

**Empathie und Autismus:
Untersuchungen zur Resonanzfähigkeit**

Abhandlung
zur Erlangung der Doktorwürde
der Philosophischen Fakultät
der
Universität Zürich

vorgelegt von
Florence Hagenmuller
aus Frankreich

Angenommen im Frühjahrssemester 2014 auf Antrag von
Herrn Prof. Dr. Wulf Rössler und Frau PD Dr. Barbara Lay

Zürich, 2014

Vorwort

Diese Arbeit entstand parallel zu meiner Forschungstätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Psychiatrischen Universitätsklinik Zürich. Die Daten wurden erhoben im Rahmen des Forschungsprojektes „*Decision processes in unstable mental states*“, das vom Collegium Helveticum, einem transdisziplinären Forschungsinstitut der ETH und der Universität Zürich, und dem Forschungsbereich Klinische und Soziale Psychiatrie getragen wurde und an der Psychiatrischen Universitätsklinik Zürich durchgeführt wurde. Dabei habe ich vielseitige Erfahrungen in allen Phasen des Projektes sammeln können von seiner Entstehung mit dem Erstellen von Ethikantrag und Testbatterie, über die Organisation und Koordination der Versuchspersonen sowie die Erhebung, Verwaltung und Auswertung der Daten, bis hin zur Anfertigung von wissenschaftlichen Artikeln.

Herrn Prof. Dr. med. Dipl.-Psych. Wulf Rössler und Frau PD Dr. sc. hum. Barbara Lay danke ich sehr herzlich für ihre Anleitung und Unterstützung beim Erstellen der Manuskripte und für die Begutachtung dieser Arbeit. Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Dr. med. Helene Haker Rössler für die langjährige, unkomplizierte, inspirierende und kompetente Begleitung, die kritische Durchsicht der Manuskripte und die wertvollen inhaltlichen Anregungen.

Nicht zuletzt danke ich meinem Partner Christian für die schauspielerische Leistung als Stimulus im *salivation-test* (und für die vielen Zitronen, die er dafür essen musste), meiner Mutter und meinem Bruder für die ermunternden Gespräche und die liebevolle Unterstützung, sowie meinen Freunden für die erfrischende Ablenkung.

Zusammenfassung

Menschliche Empathie kann als Ergebnis verschiedener Verarbeitungsprozesse konzeptualisiert werden, denen ein gemeinsamer Mechanismus zugrunde liegt: die sensomotorische Koppelung zwischen der Wahrnehmung der Handlung einer anderen Person (*perception*) und der Aktivierung der eigenen inneren Repräsentation zur Ausführung dieser Handlung (*action*). Diese können anhand ihrer Entwicklungsgeschichte differenziert werden in ältere basale soziophysiologische und jüngere komplexe sozialkognitive Prozesse.

Autismus-Spektrum-Störungen (ASS) gelten als Empathie-Störungen, die bisher hauptsächlich auf der sozialkognitiven Ebene untersucht wurden und mit widersprüchlichen Ergebnissen. Die vorliegende Arbeit zielt auf eine Exploration der Resonanzfähigkeit, die als eine soziophysiologische Grundlage der Empathiefähigkeit angesehen werden kann. Zur Erfassung der Resonanzfähigkeit wurde ein neues Paradigma entwickelt und angewendet, das den Effekt der Speichelinduktion bei der Beobachtung einer anderen Person, die in eine Zitrone hineinbeisst, untersucht. Die Ergebnisse von Studie 1 weisen darauf hin, dass die *perception-action*-Koppelung auch bei unwillkürlichen Reaktionen des vegetativen Nervensystems beobachtet werden kann. So zeigte sich, dass dieses neue Paradigma – der *salivation-test* – im Vergleich zu bisherigen Untersuchungen zur Ansteckung durch Lachen und Gähnen, weniger störanfällig ist und zudem die Erhebung objektiver und kontinuierlicher Daten ermöglicht. In Studie 2 wurde der *salivation-test* eingesetzt im Gruppenvergleich von Erwachsenen mit und ohne Störungen des Autismus-Spektrums. In beiden Gruppen war eine soziale Komponente relevant für das Ausmass der gemessenen vegetativen Resonanzfähigkeit, jedoch auf unterschiedlichen Ebenen: Menschen mit ASS verwendeten eher explizite, erlernte Strategien, während sich Kontrollprobanden mehr auf implizite, intuitive Prozesse verlassen konnten. So scheint der Grundmechanismus für Empathie bei ASS nicht einfach gestört zu sein, sondern auf eine andere, atypische Weise zu funktionieren.

Abstract

Human empathy can be seen as a result of different interacting processes relying on the same underlying mechanism: the sensorimotor linkage between the perception of an action of another person and the activation of own inner representations, automatically priming or generating the execution of the same action. According to evolution, these processes can be classified into different levels of complexity, ranging from more basic sociophysiological to higher-order social cognitive processes. Autism spectrum disorders (ASD) have been described as empathy-disorders, which have been mostly investigated on the social-cognitive level so far, but with inconsistent results. The present work aims at exploring resonance as a sociophysiological substrate for empathy. For measuring resonance, a new paradigm was developed, investigating the salivation inducing effect of watching a person biting into a lemon. The findings of study 1 provide additional support for expanding the perception-action-link to non-volitional responses by the autonomic nervous system. It was shown that this new paradigm – the salivation-test – was less interference-prone than previous methods using contagious laughing and yawning and provided objective and continuous data. The salivation-test was applied in study 2 in a group comparison between adults with and without a disorder on the autism spectrum. In both groups, the social component was relevant for autonomic resonance to emerge, albeit on different levels: individuals with ASD used explicitly acquired intellectual strategies whereas control participants could rely in implicit, intuitive processes. Thereby, the underlying mechanism of empathy appears to be not simply disturbed in ASD, but rather to work on a different, atypical way.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Zusammenfassung.....	2
Abstract.....	3
Inhaltsverzeichnis.....	4
1 Einleitung	5
2 Theoretischer Hintergrund	7
2.1 Empathie.....	7
2.1.1 Sich hinein fühlen.....	7
2.1.2 Sich hinein denken	8
2.1.3 Empathie als Ergebnis zusammenwirkender Prozesse.....	9
2.2 Autismus-Spektrum.....	10
2.2.1 Störungsbild	10
2.2.2 Empathie bei Autismus-Spektrum-Störungen.....	12
2.3 Untersuchung der Resonanzfähigkeit.....	14
2.3.1 Paradigmen zur Resonanzfähigkeit.....	14
2.3.2 Resonanzfähigkeit im Autismus-Spektrum.....	15
3 Ziel und Fragestellung der vorliegenden Arbeit	16
4 Empirische Untersuchungen	18
4.1 Studie 1: Juicy lemons for measuring basic empathic resonance	18
4.2 Studie 2: Empathic resonance in Asperger Syndrome	36
5 Diskussion	57
5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse	57
5.1.1 Ergebnisse Studie 1	57
5.1.2 Ergebnisse Studie 2	58
5.2 Schlussfolgerungen	59
5.2.1 Implikationen Studie 1	59
5.2.2 Implikationen Studie 2	60
6 Ausblick.....	62
7 Literatur	63
Curriculum Vitae	74

1 EINLEITUNG

Der Begriff Empathie geht zurück auf die englische Übersetzung (*empathy*) des alten deutschen Begriffs "Einfühlung", der Anfang des 20. Jahrhunderts aus der Philosophie in die Psychologie eingeführt wurde. Mit seiner Theorie der Einfühlung entwarf Theodor Lipps (1903) die Hypothese eines menschlichen Zwangs zur "inneren Nachahmung". Auch für Freud (1921, S.121) "führt ein Weg über die Nachahmung zur Einfühlung, d.h. zum Verständnis des Mechanismus, durch den uns überhaupt eine Stellungnahme zu einem anderen Seelenleben ermöglicht wird". Dieser zugrunde liegende Mechanismus, wie schon Lipps und Freud ihn andeuteten, integriert die grosse Anzahl unterschiedlicher Definitionen, die heutzutage vorliegen, in einen breiten Rahmen. So kann Empathie als Ergebnis verschiedener Verarbeitungsprozesse konzeptualisiert werden, die auf einem gemeinsamen Grundmechanismus basieren und anhand ihres entwicklungsbedingten Komplexitätsgrads differenziert werden können (vgl. 2.1).

Durch psychische Erkrankungen wird das Erleben von Beziehungen und Emotionen verändert. Bei Autismus-Spektrum-Störungen (ASS) stellen die Veränderungen in der sozialen Kommunikation und Interaktion ein zentrales diagnostisches Kriterium dar. "Der 'Autistische' ist nur 'er selbst', nicht ein lebendiger Teil eines grösseren Organismus, von diesem ständig beeinflusst und ständig auf diesen wirkend", schrieb Hans Asperger (1944), und zeigte damit, dass Menschen mit ASS als "Fremdkörper" in der Gemeinschaft wahrgenommen werden. Die Vielzahl wissenschaftlicher Untersuchungen, die über Empathiefähigkeit von Menschen mit ASS vorliegen, zeugt – neben der Aktualität des Themas (so wurde z.B. Autismus 2012 in Frankreich zur "Grande Cause Nationale" erklärt) – von dem Bemühen, die Auswirkungen der Veränderungen dieser existenziellen menschlichen Fähigkeit zu erforschen, liefert aber widersprüchliche Ergebnisse (vgl. 2.2).

Auf diesem Hintergrund entstand die vorliegende Arbeit (vgl. 2.3). Sie zielt auf eine Exploration der Resonanzfähigkeit, die als entwicklungsgeschichtlich frühe Grundlage der menschlichen Empathie angesehen werden kann. Zur Erfassung der Resonanzfähigkeit wurde ein innovatives Paradigma entwickelt (vgl. 3), angewendet und auf seine Aussagekraft hin untersucht (vgl. 4.1). In einer zweiten empirischen Untersuchung wurde das neue Paradigma zur Resonanzfähigkeit eingesetzt im Gruppenvergleich von Personen mit und ohne Störungen des Autismus-Spektrums (vgl. 4.2). Ergebnisse und Schlussfolgerungen der vorliegenden Arbeit werden anschliessend dargestellt und diskutiert (vgl. 5).

2 THEORETISCHER HINTERGRUND

2.1 Empathie

Allgemein bedeutet Empathie "sich in die andere Person hineinversetzen" und bezeichnet ein komplexes Beziehungserleben, das für soziale Wesen überlebenswichtig ist. Empathie spielt eine ausschlaggebende Rolle in der menschlichen Kommunikation, indem sie einem Individuum erlaubt, sich in das Innenleben einer anderen Person hineinzufühlen und hineinzudenken. Diese beiden Verarbeitungsprozesse liegen der individuellen Empathie zugrunde und funktionieren – gemäss dem derzeitigen Forschungsstand – nach einem gemeinsamen Modell (Gallese, 2003; Gonzalez-Liencre, Shamay-Tsoory, & Brüne, 2013; Preston & de Waal, 2002).

2.1.1 Sich hinein fühlen

Sich hinein fühlen entsteht durch Prozesse auf körperlicher Ebene, die unter dem Begriff *Soziophysiologie* zusammengefasst werden können (Haker, Schimansky, & Rössler, 2010). Sie nähern sich der „inneren Nachahmung“ von Lipps. Der zugrunde liegende Mechanismus wird im *perception-action*-Modell von Preston und de Waal (2002) beschrieben als eine sensomotorische Koppelung zwischen der Wahrnehmung der Handlung einer anderen Person (z.B. Mimik) und der Aktivierung der eigenen inneren, z.B. motorischen, Repräsentation zur Ausführung der gleichen Handlung. Diese Verknüpfung von Wahrnehmung und Handlung ist nicht begrenzt auf motorische Reaktionen, sie betrifft auch vegetative (Harrison, Singer, Rotshtein, Dolan, & Critchley, 2006) und emotionale Vorgänge (Preston & de Waal, 2002) oder auch abstrakte symbolische Repräsentationen (Prinz, 1997). Diese gleichzeitig aktivierten gemeinsamen Repräsentationen („*shared representations*“) ermöglichen durch innere Simulation einen subjektiven und unmittelbaren Zugang zur inneren Erlebenswelt anderer (Gallese, 2003; Lipps, 1903; Preston & de Waal, 2002). Die Fähigkeit physiologische, motorische und emotionale Zustände anderer Menschen aufzunehmen und durch Spiegelung

derselben körperlich mitzuerleben und mitzuempfinden – mitzuschwingen – wird *Resonanzfähigkeit* genannt (Decety & Jackson, 2006; Gallese, 2003; Preston & de Waal, 2002). Beobachtbare Zeichen dafür, auch als „Chamäleon-Effekt“ bezeichnet (Chartrand & Bargh, 1999), sind z.B. die eigenen "feuchten Augen" bei der Ansicht einer traurigen oder weinenden Person, die Ansteckung durch Lachen und Gähnen oder das unbewusste Einnehmen des Tonfalls des Gegenübers während eines Gesprächs.

Aus phylogenetischer wie auch aus ontogenetischer Sicht stellen diese soziophysiologischen Prozesse wie Ansteckung frühe Formen der Empathie dar, aus denen sich über die bloße Arterhaltung hinaus Verarbeitungsprozesse höherer Ordnung entwickelten (Gonzalez-Liencre et al., 2013). So ist die genetische Erbschaft einer Spezies mit der elterlichen Fähigkeit verbunden, auf Signale wie Hunger, Schmerz, Stress oder Angst angemessen zu reagieren (Decety, 2011; Eibl-Eibesfeldt, 1975). Ferner ermöglicht die unbewusste und automatische Spiegelung soziophysiologischer Zustände, die die Ethologen "Stimmungsübertragung" (Lorenz, 1935) nannten, die Synchronisation von sozialen Einheiten, z.B. Vogelschwärme, Schafherden oder Primatengruppen, und die Erhöhung ihrer Überlebenschancen (De Waal, 2008).

Auch in der individuellen Entwicklungsgeschichte sind die Wurzeln soziophysiologischer Prozesse sehr früh anzusiedeln. Die menschliche Resonanzfähigkeit scheint angeboren zu sein, denn Neugeborene reagieren mit Schreien auf den Schrei anderer (Sagi & Hoffman, 1976) und wenige Wochen alte Babys sind fähig, Gesichtsausdrücke anderer nachzuahmen (Meltzoff & Decety, 2003).

2.1.2 Sich hineindenken

Sich *hineindenken* – das bewusste Reflektieren und Interpretieren sozialer Informationen – fasst Prozesse zusammen, die auch als *soziale Kognition* bezeichnet werden (Haker et al.,

2010). Beispiele dafür sind das bewusste Erkennen und Deuten von sozialen Stimuli oder das explizite Nachdenken über mentale Zustände anderer, die in der Literatur als *Theory of Mind* (ToM) oder Mentalisierungsfähigkeit zu finden sind (Baron-Cohen, Leslie, & Frith, 1986; Frith & Frith, 1999). Diese Theorie über das Funktionieren des menschlichen Geistes ermöglicht Kommunikation, die über die Signalsetzung von Tieren hinausgeht, sowie Erklärungen und Vorhersagen des Verhaltens von Handelnden (Baron-Cohen, O'Riordan, Stone, Jones, & Plaisted, 1999; Perner & Wimmer, 1985). Neue Erkenntnisse gehen davon aus, dass gleichzeitig aktivierte soziophysiologische Prozesse wie die unbewusste (z.B. mimische) Nachahmung diesen kognitiven Vorgang nicht nur unterstützen (Stel & Vonk, 2010), sondern auch eine Voraussetzung für die Entwicklung von sozialkognitiven Funktionen wie ToM sind (Gallese, 2003, 2007; Preston & de Waal, 2002). Auch in umgekehrter Richtung können kognitive Vorgänge körperliche Reaktionen induzieren, wie z.B. die Vorstellung, wie sich eine Person über das Geschenk freuen wird, das man gerade einpackt, ein Lächeln auslösen kann.

Wie jede Art expliziter Reizverarbeitung sind diese sozialkognitiven Prozesse – die sich auf bestehenden soziophysiologischen Prozessen relativ spät in der Entwicklungsgeschichte aufgebaut haben – aufwändiger, langsamer und störanfälliger und unterscheiden sich dadurch qualitativ von automatisierter, impliziter sozialer Interaktion (De Waal, 2008; Decety & Moriguchi, 2007; Lieberman, 2006; Satpute & Lieberman, 2006).

2.1.3 Empathie als Ergebnis zusammenwirkender Prozesse

Im sozialen Kontext führt das Zusammenwirken der soziophysiologischen und sozialkognitiven Prozesse zum komplexen Phänomen der menschlichen Empathie mit verschiedenen Komponenten (Decety & Jackson, 2004; Singer & Lamm, 2009). *Motorische Empathie* entsteht durch automatische Prozesse auf körperlicher Ebene. Aus den Prozessen des bewussten Nachvollziehens und Verstehens der Situation eines anderen entsteht die

kognitive Empathie (Blair, 2005; Gallese, 2003). Parallel dazu, als Folge soziophysiologischer oder sozialkognitiver Prozesse, entspricht die emotionale Färbung des eigenen Zustands der *emotionalen Empathie* (Haker et al., 2010). Eine wichtige Rolle spielt dabei die Selbst-Fremd-Unterscheidung, um die Verwechslung zwischen eigenen und Gefühlen der wahrgenommen Person zu verhindern (Decety & Lamm, 2006).

Die mit der Empathie verbundenen, zusammenwirkenden Prozesse unterliegen einer phylogenetischen und ontogenetischen Hierarchie, wobei Resonanzfähigkeit als eine physiologische Grundlage der Empathiefähigkeit angesehen werden kann (Decety & Meyer, 2008; Gonzalez-Liencre et al., 2013; Haker et al., 2010; Levenson & Ruef, 1992).

2.2 Autismus-Spektrum

2.2.1 Störungsbild

Autismus-Spektrum-Störungen (ASS) zählen zu den tiefgreifenden Entwicklungsstörungen, die ab dem Kindesalter diagnostiziert werden können und eine lebenslange Betroffenheit implizieren. Die Kernsymptomatik ist durch die qualitative Beeinträchtigung der gegenseitigen sozialen Interaktion und Kommunikation, sowie durch ein eingeschränktes, stereotypes und sich wiederholendes Repertoire von Interessen und Aktivitäten charakterisiert (ICD-10). Auf Verhaltensebene zeigen diese Menschen Schwierigkeiten mit intuitiven Handlungsabläufen, wie sie bei sozialen Interaktionen gefordert sind. Ihre Kommunikation ist rational, wenig moduliert durch Emotionen oder Ironie.

Heutige Erklärungsmodelle nehmen an, dass diese Andersartigkeiten im Verhalten aus Auffälligkeiten in der Wahrnehmung resultieren (Klin, Jones, Schultz, Volkmar, & Cohen, 2002b). Menschen mit ASS nehmen mehr die Details als den Kontext wahr, was zu Schwierigkeiten führt, die Bedeutung eines Gesamteindrucks zu verstehen (Frith, 1989). Ausserdem ist schon in den ersten Lebensjahren ein vermindertes Interesse für Gesichter oder

menschliche Stimmen (Lord, 1995) und eine Präferenz für unbelebte Objekte zu beobachten (Klin, Jones, Schultz, & Volkmar, 2003). Daraus wird abgeleitet, dass – aufgrund der fehlenden förderlichen sozialen Reize und der Ablenkung der Aufmerksamkeit durch nicht-soziale Reize – ein spontanes Lernen aus sozialen Situationen nicht stattfindet (Chevallier, Kohls, Troiani, Brodtkin, & Schultz, 2012; Klin et al., 2003).

Die aktuellen kategorialen Diagnosen im ICD-10 sind nach Schweregrad unterschieden, mit dem frühkindlichen Autismus als schwerer Ausprägung und der leichteren Form des Asperger-Syndroms. Dabei sind die Übergänge fließend und reichen bis hin zu autistischen Persönlichkeitszügen in der Normalbevölkerung. Das Asperger-Syndrom unterscheidet sich vom frühkindlichen Autismus hauptsächlich durch das Fehlen einer generellen Entwicklungsverzögerung – d.h. eine unauffällige Sprachentwicklung – und eine meistens mindestens durchschnittliche Intelligenz (ICD-10). Die Neuauflage des DSM (DSM-5) hat die kategoriale Einteilung aufgegeben zugunsten der Bezeichnung Autismus-Spektrum-Störungen, die zum ersten Mal die Heterogenität und den dimensional Charakter der klinischen Symptome widerspiegelt (Happé, 2011).

Neuere epidemiologische Studien gehen von einer Lebenszeitprävalenz von etwa 1% aus, dabei sind vermutlich etwa 30% der Betroffenen im leichteren Bereich des Spektrums anzusiedeln (Baird et al., 2006; Fombonne, 2009; Miles, 2011). Die Diagnostik der ASS bei Kindern und Jugendlichen stützt sich auf eine langjährige und umfassende klinische Erfahrung, mit den Beschreibungen autistischer Kinder durch Kanner (1943) und Asperger (1944) als Basis. Erstdiagnosen bei Erwachsenen mit ASS werden heute immer noch selten gestellt, nicht weil diese (lebenslangen) Störungen bei Erwachsenen seltener vorliegen, sondern weil diese – besonders leichtere Formen der ASS – aufgrund noch geringer klinischer Erfahrung weniger gut erkannt werden (Lehnhardt et al., 2011; Roy, Dillo, Emrich, & Ohlmeier, 2009). Eine Schwierigkeit der Diagnostik bei Erwachsenen liegt – neben der

Tatsache, dass standardisierte diagnostische Instrumente meistens für Kinder und Jugendliche entwickelt worden sind – darin, dass häufig eine komorbide psychische Erkrankung vorliegt und/oder diese Patientengruppe sich Kompensationsmechanismen angeeignet hat, die die Kernsymptomatik verdecken (Lehnhardt et al., 2011).

2.2.2 Empathie bei Autismus-Spektrum-Störungen

Aufgrund der Veränderung der sozialen und emotionalen Reziprozität gelten Störungen des Autismus-Spektrums als „Empathie-Störungen“ (Gillberg, 1992; Minio-Paluello, Lombardo, Chakrabarti, Wheelwright, & Baron-Cohen, 2009). Viele Studien über Empathie bei ASS untersuchten soziale Kognition mit der Annahme, dass die Kernsymptomatik der veränderten sozialen Kommunikation und Interaktion durch eine atypische Entwicklung sozialer Kognitionen bei ASS entsteht (Blair, 2005; Senju, 2013). Diese Studien zeigten reduzierte ToM (Baron-Cohen, 1988; Baron-Cohen, Jolliffe, Mortimore, & Robertson, 1997; Baron-Cohen & Wheelwright, 2004) sowie eine verminderte Fähigkeit, Emotionen aus Gesichtern (Howard et al., 2000; Njokiktjien et al., 2001) oder aus der Prosodie zu erkennen (Golan, Baron-Cohen, Hill, & Rutherford, 2007). Daraus ist die Verallgemeinerung entstanden, dass Menschen mit ASS nicht nur keine Empathie zeigen können, sondern sogar unfähig seien, empathisch zu empfinden.

Die Aussagekraft von ToM als Empathiemass im Kontext des Autismus wird jedoch mittlerweile in Frage gestellt, da diese Mentalisierungsfähigkeit stark von verbalen Fähigkeiten abhängt und ToM-Defizite nicht als spezifisch für Autismus erscheinen (Happé & Frith, 1996; Klin, Jones, Schultz, Volkmar, & Cohen, 2002a; Senju, 2013; Yirmiya, Erel, Shaked, & Solomonica-Levi, 1998). Gezielte Fragen zur sozialen Wahrnehmung mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten zum Ankreuzen messen, neben dem verbalen Verständnis, gleichzeitig auch explizite Problemlösefertigkeiten, (Klin et al., 2002a), die, wie andere exekutive Funktionen, bei ASS mehr oder weniger beeinträchtigt sein können

(Ozonoff, Pennington, & Rogers, 1991). Zudem berichten andere Studien von unauffälligen Leistungen in ToM-Aufgaben, insbesondere bei Menschen am leichteren Ende des Spektrums, obwohl sie im Alltag die autistischen Kernsymptome zeigen (Bowler, 1992; Sigman, Yirmiya, Capps, & Mesibov, 1995). Nicht selten erzählen Menschen mit ASS, dass sie einige Grundregeln der sozialen Kommunikation und Interaktion explizit wie eine Formel gelernt und sich Strategien angeeignet haben, die ihnen den alltäglichen, oberflächlichen Umgang mit anderen erleichtern (Schmidt, 2012; Schovanec, 2012). Diese kognitiven Kompensationsmechanismen mögen zwar genügen für gute Resultate in expliziten experimentellen Settings, aber nicht immer für reale Situationen, in denen das Kontextverständnis eine richtige Interpretation impliziter Signale erfordert (Klin et al., 2002a). In Studien, die zusätzlich emotionale Empathie untersuchten, bestätigt sich, dass die Schwierigkeiten auf kognitiver Ebene zu liegen scheinen, während die emotionale Ebene intakt erscheint (Dziobek et al., 2008; Rogers, Dziobek, Hassenstab, Wolf, & Convit, 2007).

Es zeigt sich also, dass die Erfassung der Empathiefähigkeit bei ASS über die kognitive Komponente mit methodischen Nebeneffekten einhergehen und unspezifische Ergebnisse liefern kann, die auch von anderen kognitiven Fähigkeiten abhängen, und dass kognitive und emotionale Empathiefähigkeit differenziert zu untersuchen sind. Es wird zudem deutlich, dass Empathie bei ASS bisher überwiegend als kognitive und emotionale Empathie erforscht wurde und Resonanz als ihre soziophysiologische Grundlage nur wenig untersucht wurde. Da diese einen basalen Prozess abbildet, der wenig von verbalen und kognitiven Fähigkeiten beeinflusst werden kann, könnte die Untersuchung der Resonanzfähigkeit jedoch der Erforschung der Empathiefähigkeit bei ASS zugutekommen.

2.3 Untersuchung der Resonanzfähigkeit

2.3.1 Paradigmen zur Resonanzfähigkeit

Aufgrund der Störanfälligkeit sozialer Kognitionen, stellt sich die Frage, ob die Erfassung soziophysiologischer Prozesse stabilere Ergebnisse liefern würde, die zuverlässige Rückschlüsse auf die individuelle Empathiefähigkeit zulassen. Bisher wurde Resonanzfähigkeit mit Ansteckung durch Gähnen (Haker & Rössler, 2009; Norscia & Palagi, 2011; Platek, Critton, Myers, & Gallup, 2003; Provine, 1989, 2005), Lachen (Haker & Rössler, 2009; Platek et al., 2003; Provine, 2005) und Jucken (Holle, Warne, Seth, Critchley, & Ward, 2012; Papoiu, Wang, Coghill, Chan, & Yosipovitch, 2011) untersucht. Die Erfassung der Resonanzfähigkeit über Ansteckung bietet eine eher naturalistische Testsituation mit einfacher Handhabung für den Versuchsleiter, in der die Probanden nach minimaler Instruktion kurze Videosequenzen anschauen, während ihr Verhalten beobachtet wird. Diese Methode ermöglicht eine Einsicht in den spontanen Umgang mit impliziten sozialen Signalen, im Vergleich zu Tests zur sozialen Kognition, die das bewusste Reflektieren verbaler Aussagen bewerten (Klin et al., 2003; Klin et al., 2002a, 2002b; Senju, 2013).

Allerdings beruht die häufig verwendete Methode der Verhaltensbeobachtung auf der subjektiven Einschätzung des Versuchsleiters, d.h. sie führt zu subjektiven Ergebnissen mit eher wenigen und nur kategorialen Ausprägungen statt einer kontinuierlichen, objektiven Messung. Neben diesem Informationsverlust, ist die Replizierbarkeit der Ergebnisse in Frage gestellt. Ausserdem kann das beobachtete Verhalten auch vom Probanden selber, absichtlich oder nicht, verzerrt und nicht mehr allein auf die Resonanzfähigkeit zurückgeführt werden. So kann z.B. soziale Erwünschtheit Lachen verstärken oder Erziehung Gähnen hemmen. Ziel ist deshalb die Entwicklung eines neuen Versuchsansatzes, der die Schwachstellen der bisherigen Paradigmen zur Resonanzfähigkeit reduziert.

2.3.2 Resonanzfähigkeit im Autismus-Spektrum

Da soziophysiologische Paradigmen – dank der eher naturalistischen Testsituation, die wenig bewusstes Nachdenken beinhalten – es ermöglichen, spontane unbewusste Reaktionen, wie sie auch im sozialen Alltag erfordert sind, zu explorieren, kommen diese bei ASS besonders zur Geltung. Soziophysiologische Studien befassten sich in diesem Kontext mit der Ansteckung durch Gähnen (Senju et al., 2009; Senju et al., 2007), der automatischen Nachahmung von Gesichtsausdrücken (Mathersul et al., 2009; McIntosh, Reichmann-Decker, Winkielman, & Wilbarger, 2006; Press, Richardson, & Bird, 2010) oder von einfachen Handlungen (Bird, Leighton, Press, & Heyes, 2007; Gowen, 2012). Es gibt jedoch nur wenige Studien mit Erwachsenen mit ASS und mit uneinheitlichen Ergebnissen. Die Heterogenität der Definitionen der untersuchten Empathieformen und der untersuchten Gruppen, sowie die Vielfalt der Untersuchungsmethoden machen den Vergleich zwischen den Studien schwierig. Es wird vermutet, dass das atypische Blickverhalten von Menschen mit ASS als Ursache der beeinträchtigten Empathiefähigkeit geltend gemacht werden kann (Chevallier et al., 2012; Klin et al., 2002b; Senju, 2013), zumal die visuelle Aufmerksamkeit Voraussetzung ist für empathische Verarbeitungsprozesse und besonders für die Koppelung von *perception* und *action* (Morelli & Lieberman, 2013; Preston & de Waal, 2002).

Es besteht derzeit Unklarheit darüber, inwieweit Empathiefähigkeit auf soziophysiologischer Ebene bei Menschen mit ASS beeinträchtigt ist, und es bedarf weiterer Untersuchungen um zu prüfen, ob allfällige Veränderungen primär oder als Konsequenz eines atypischen Blickverhaltens zu verstehen sind.

3 ZIEL UND FRAGESTELLUNG DER VORLIEGENDEN ARBEIT

Ziel dieser Arbeit ist die Erfassung der Resonanzfähigkeit als einer Grundlage der individuellen Empathiefähigkeit. Dabei galt es zunächst, ein neues Paradigma zu entwickeln, das die beschriebenen Schwachstellen der bisherigen Untersuchungsansätze reduziert, ohne dabei ihre Stärken zu verlieren.

Ausgehend von der Hypothese, dass das beschriebene *perception-action*-Modell (Preston & de Waal, 2002) sich auch auf vegetative Vorgänge erweitern lässt, wurde die Wahrnehmung eines sozialen Stimulus (*perception*) mit einer vegetativen Reaktion des Beobachters (*action*) über die Aktivierung seiner inneren Repräsentation gekoppelt. Operationalisiert wurde diese soziale Beobachtungssituation durch Videosequenzen mit einer Person, die in eine Zitrone hineinbeisst, und durch den im Beobachter induzierten Speichelfluss. Dieses neue Paradigma – der *salivation-test* – sollte objektiv messbare, kontinuierliche und wenig verzerrte Daten liefern, sowie einfach in den Anforderungen an die Probanden und in der Handhabung für den Versuchsleiter sein. Die Fragestellungen sind folgende:

- Induziert das Beobachten einer Person, die in eine Zitrone hineinbeisst, mehr Speichelfluss als das Beobachten einer anderen Handlung, die nicht mit Essen verbunden ist?
- Inwieweit ist die Speichelflussinduktion mit selbstberichteter Empathiefähigkeit verbunden?

Dieses neue Paradigma wurde in einer Gruppe gesunder Probanden angewendet und auf seine Brauchbarkeit und Aussagefähigkeit getestet (Studie 1).

In einem zweiten Schritt wurde dieses Paradigma angewendet, um die Resonanzfähigkeit von Menschen mit ASS zu untersuchen und mit einer Kontrollgruppe zu vergleichen. Dabei wurden Menschen mit einem Asperger-Syndrom untersucht. Die Untersuchung von

Teilnehmern am leichteren Ende des Autismus-Spektrums ohne Intelligenzminderung sollte es ermöglichen, den Effekt potentieller Kompensationsstrategien auf diese Fähigkeit zu explorieren. Die daraus resultierenden Forschungsfragen sind folgende:

- Inwieweit ist die Resonanzfähigkeit gemessen auf vegetativer Ebene bei ASS beeinträchtigt im Vergleich zu gesunden Kontrollprobanden?
- Inwieweit hängt die vegetative Resonanzfähigkeit mit anderen Variablen zusammen wie Blickverhalten (*eye-tracking*), empathischen und autistischen Persönlichkeitszügen (Selbstbericht)?

Diesen Fragen wird in Studie 2 nachgegangen.

4 EMPIRISCHE UNTERSUCHUNGEN

4.1 Studie 1: Juicy lemons for measuring basic empathic resonance

Florence Hagenmuller, Wulf Rössler, Amrei Wittwer, and Helene Haker

Submitted in: Psychiatry Research, 9.11.2013 – to be revised until 13.02.2014.

Abstract

Watch or even think of someone biting into a juicy lemon and your saliva will flow. This phenomenon of resonance, best described by the Perception–Action Model, has been proposed as a physiological substrate for empathy. Using 49 healthy subjects, we investigated the salivation test, a new paradigm to assess resonance at the autonomic level. Our results showed that this physiological resonance correlated positively with self-reported empathic traits. The salivation test delivered an objective and continuous measure, was simple to implement in terms of setup and instruction, and could not easily be unintentionally biased or intentionally manipulated by participants. Therefore, these advantages make such a test a useful tool for assessing empathy-related abilities in psychiatric populations.

Introduction

1. Perception–action

Shared representations are key to social interactions, serving as a basis for common physiological states in which one unintentionally matches the body postures, facial expression, voice intonation, or other behaviors of their interaction partner. This phenomenon, called resonance, is best described by the Perception–Action Model (Preston and de Waal, 2002). There, the perception (or even the imagination) of a subject's action automatically activates the observer's corresponding representations of that action, leading to an action in response. The perceived physiological state can be emotional, motor, or autonomic, evoking a

corresponding response of emotional, motor or autonomic contagion. Resonance, such as a physiological linkage between two individuals, may be an evolutionary precursor and physiological substrate for empathy (Levenson and Ruef, 1992; Decety and Meyer, 2008; Haker et al., 2010; Gonzalez-Liencre et al., 2013).

2. Assessing empathic resonance

Various psychiatric disorders can alter social responsivity and empathic-related abilities. Examples include autism (Senju et al., 2007; Minio-Paluello et al., 2009; Helt et al., 2010), schizophrenia (Falkenberg et al., 2008; Haker and Rössler, 2009), depression (Wexler et al., 1994), PTSD (Nietlisbach et al., 2010), and psychopathy (Hagemüller et al., 2012).

Assessing this social responsivity and empathic-related abilities with resonance tasks has advantages over assessments with explicit problem-solving tasks such as Theory-of-Mind tasks. The more naturalistic stimulus presentation attached to resonance paradigms leads to spontaneous behavioral reactions that may be more “real-life” than are the cognitively reflected answers that depend upon participants’ verbal abilities. Therefore, resonance tasks may better capture daily-life social skills that rely on adequate reactions to implied cues and which are independent of participants’ intellectual abilities.

The use of contagion to evaluate resonance has been well documented in studies with yawning (Provine, 1989; Platek et al., 2003; Platek et al., 2005; Provine, 2005; Haker and Rössler, 2009; Norscia and Palagi, 2011), laughing (Platek et al., 2003; Provine, 2005; Haker and Rössler, 2009), and itching (Papoiu et al., 2011; Holle et al., 2012). The preferred method for assessing contagion is observation and rating of behavioral data. However, this method can also be biased. First, the results rely on the subjective rating of a participant’s behavior by the experimenter. For example, an experimenter applying the yawning paradigm must decide whether a subject taking a deep breath is already caught by yawning. Thus, this rating allows for only categorical, mostly binary, results (yes/no) that induce a loss of information and

make discriminations among individuals difficult. By contrast, electromyographic studies can enable accurate and objective examinations of facial contagion, although such data acquisition is extensive and the analysis complex. Second, an observed reaction may unintentionally be biased by the participants themselves, for example through education or social desirability, according to which joining in with the laughter is expected but yawning is considered impolite. Thus, the low ordinal resolution of rating, together with these biases by participants, may lead to a ceiling or floor effect.

To overcome these shortcomings, we have developed the salivation test as a new paradigm for assessing resonance.

3. A new paradigm: the salivation test

a. Previous measures of salivation induced by visual stimuli

The mere observation of food elicits bodily reactions such as salivation (Pavlov, 1927; Spence, 2011), and the sight of sour food can have an effect similar to that of a sour taste or smell. Nederkoorn et al. (2001) have shown that subjects salivate more at the sight of a lemon than other food, such as lasagna or chocolate; this effect is significant regardless of the technique with which salivation is measured. Pangborn (1968) have reported with single participants that salivary flow is increased when they view the experimenter sniffing or cutting a lemon. This resonance phenomenon, in terms of salivation induction, has also been replicated in larger studies, where increased salivary flow rates have been noted in western participants watching another person eating a lemon (Jenkins and Dawes, 1966) or in Japanese participants viewing someone eating pickled plums (Hayashi and Ararei, 1963; Hayashi, 1968). However, other contemporary studies have failed to demonstrate a significant correlation (Kerr, 1961; Shannon, 1974; Pangborn et al., 1979).

b. Advantages of the new paradigm over methods involving behavioral observations

The salivation-induction approach can be more objective because it measures the weight of the saliva absorbed by cotton rolls rather than relying upon the subjective rating of an experimenter as applied in laughing and yawning paradigms. Furthermore, salivation is recorded continuously, allowing for better resolution of the floor effect associated with behavioral ratings of phenomena such as contagion by laughing and yawning. Thus, information loss can be avoided and better discrimination among subjects ensured.

Although there is evidence for possible voluntary control of salivation by imagery, e.g., via meditation (Power and Thompson, 1970; White, 1978), it appears that this manipulation must be intentionally executed. Therefore, salivation should be less prone to manipulation by participants than is yawning or laughing.

c. Factors influencing salivation

Several studies (mostly in the 1960s) demonstrated that personality traits can affect lemon juice-induced salivary flow. Although a positive correlation between salivation and introversion has been replicated several times (Corcoran, 1964; Eysenck and Eysenck, 1967), those findings have now been contradicted (Millar et al., 1993). The influence of emotional states has been shown by a decline in flow due to fear, anxiety (Power and Thompson, 1970), and stress (Bates and Adams, 1968), or during mental effort (Birnbaum et al., 1974; Epstein et al., 2005).

4. Aims of the study

This study had two goals in developing a new paradigm for assessing resonance. First, the paradigm had to deliver an objective and continuous measure, be easy to implement in terms of setup and instruction, and be less prone to unintentional bias or intentional manipulation by

the participants. We presumed that the salivation test met those criteria. Second, we wished to examine how this physiological resonance might be related to self-reported empathic traits.

Methods

1. Participants

Our assessment involved 49 healthy participants [mean age = 31.7 (S.D. = 9.7), age range 20-57 years; 31 males] without psychiatric history and free of pharmacological medication. The study was approved by the regional ethics committee of the canton of Zurich and conducted in accordance with the guidelines of the Helsinki Declaration. All participants provided written informed consent, and they were debriefed after the testing concluded.

2. Instruments

a. The salivation test

Participants sat approximately 60 cm from a computer screen. Before looking at the videos, each was asked to place three cotton dental rolls in his mouth, two buccally and one on the tongue. The stimulation video presented a man cutting and eating a lemon (Fig 1A) while the control video involved the same man retrieving paper balls of different colors from a container (hidden by the table) and placing them before him on the table. The control video was used to measure baseline salivary flow. Each video lasted 1 min and was displayed three times in random order to each participant. Recovery periods between videos were at least 10 min long. The instruction for the lemon video was to look at the video. The instruction for the control video was to count the paper balls (a different color for each of the three runs). That simple control task was aimed at activating representations other than food, sourness, or anything else associated with eating lemons. To determine the level of induced salivation, the cotton rolls were weighed before and immediately after each video (balance with 100-g weighing range, 0.01-g graduation; Fig 1B). This cotton-roll method has previously been

proven valid, reliable, and sensitive for measuring salivary flow (White, 1977; Nederkoorn et al., 2001).



Figure 1: A) Still of lemon video; B) Cotton rolls were weighed before (weight = 1.62 g) and immediately after video stimulation (weight = 2.35 g) to determine how much saliva was absorbed.

b. Interpersonal Reactivity Index (IRI)

The IRI is a self-report measurement of empathy (Davis, 1980), including four 7-items subscales: ‘Perspective taking’ (PT), which addresses mentalizing abilities; ‘Fantasy scale’ (FS), for the tendency to identify with fictional characters; ‘Empathic concern’ (EC), or one’s capacity for compassionate feelings for others; and ‘Personal distress’ (PD), which involves self-oriented responses to the difficult situations of others. The IRI has good internal and test-retest reliabilities (Davis, 1980).

3. Statistical analysis

To analyze the salivation-inducing effect of the lemon condition and determine whether repetition of presentation influences salivation (e.g., habituation effects), we conducted repeated-measures ANOVA with two conditions (lemon vs. control) and three presentation times (sequence). Afterward, we calculated an index for mean induced salivation as the difference between mean salivation under the lemon condition versus the control condition. Pearson’s *r*-values and ANCOVA statistics were then computed with this index. All effects were examined for significance at $p < 0.05$, using IBM SPSS Statistics Version 20 software.

Results

1. Proof of the paradigm

The results of the 2 x 3 repeated-measures ANOVA indicated a significant main effect of condition on salivation, with $V = 0.44$, $F(1,47) = 36.65$, and $p < 0.001$. That is, significantly more salivation was induced in participants during the lemon video than during the control video (Fig 2).

No other main effects or interaction were significant (sequence of stimulus presentation, $V=0.11$, $F(1,47)=2.9$, $p>0.05$; interaction between condition and sequence, $V=0.04$, $F(2,46)=1.03$, $p>0.05$; *Pillai's trace*). Therefore, because no effect of sequence was observed, we used the mean salivation index in our further analysis.

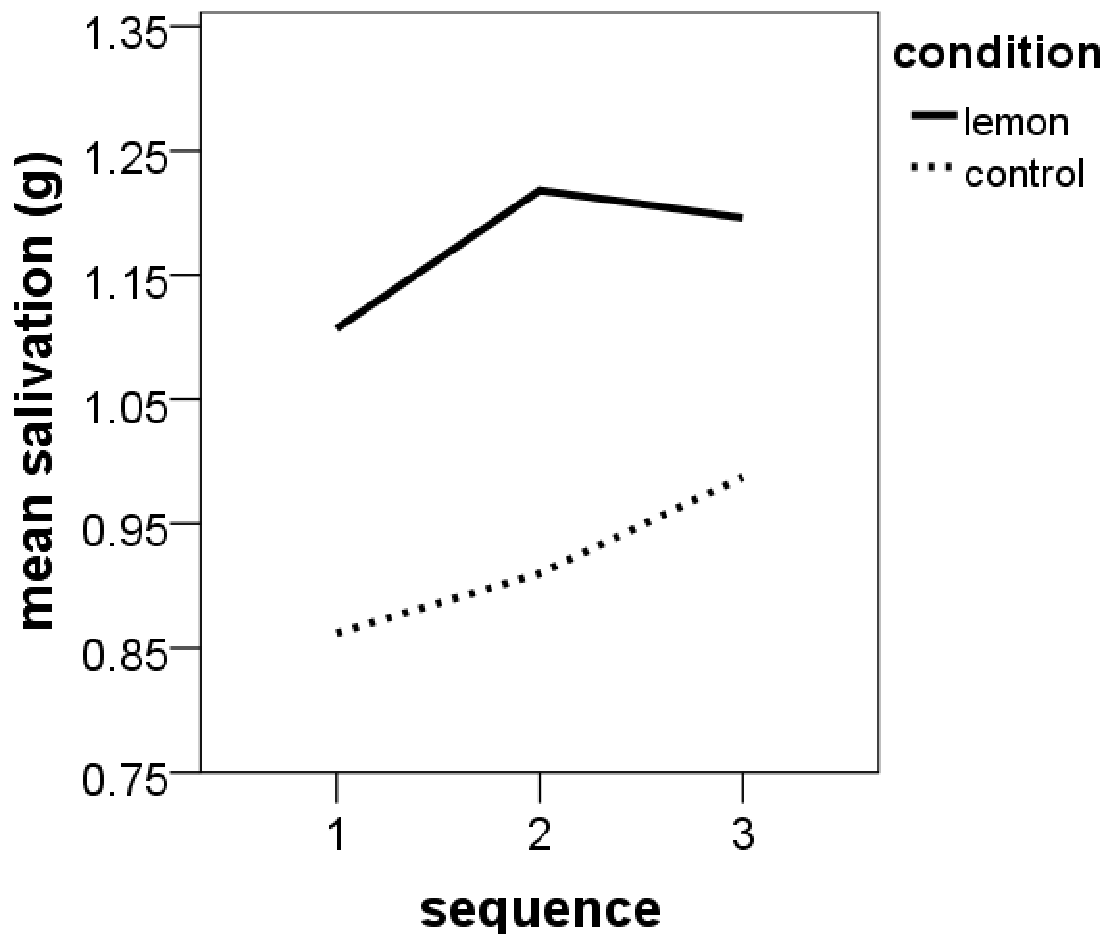


Figure 2: Mean salivation under lemon and control conditions depending on the sequence of stimulus presentation.

2. Relationship with self-reported empathy

The salivation index correlated positively with IRI_EC ($r=0.37$, $p<0.05$), while no significant correlations were found with the other IRI subscales. To control for possibly confounding effects of sex and age on the outcome-variable salivation index, we conducted an ANCOVA with the factor sex and covariates age and IRI_EC. The main effect of IRI_EC on salivation

was significant [$F(1,44)= 6.05$; $p<0.05$] whereas those of age [$F(1,44)= 0.58$], and sex [$F(1,44)= 0.05$] were not significant ($p>0.05$).

Discussion

1. The new paradigm

Our salivation test was aimed at assessing resonance. As the results show, the ‘lemon condition’ induced significantly more salivation than the control condition, thereby suggesting that this new test can be utilized for measuring autonomic resonance. That is, more saliva was produced by participants while observing someone chewing a lemon than while watching another action unrelated to eating. This outcome is in line with those from previous research on the perception–action link, in which the mere sight of someone’s state automatically activates the same state in the observer and, in turn, evokes an associated physiological response (Preston and de Waal, 2002). This link between perception and action has been previously investigated at the autonomic level. For example, within the context of learning, Pavlov (1927) studied the reflex linking a visual stimulus and an autonomic reaction: the mere perception of an object automatically activating related representations that generate a corresponding response, i.e. a perception–action link within a non-social setting. Likewise, within a social context (but not in the framework of empathy), above mentioned psychological investigations have focused on a perception–action link, showing that observing someone eating sour food is linked to a measurable response in the observer (Hayashi and Arare, 1963; Jenkins and Dawes, 1966; Pangborn, 1968). Finally, within the context of empathy, other autonomic measures were reported to be implicated in the perception–action link. For example, one’s skin conductance and heart rate while observing conflicting/cooperative interpersonal situations or imagining emotional experiences are thought to function as biological markers of empathic resonance (Preston et al., 2007; Balconi and Bortolotti, 2012). Even the observed pupil size can be mirrored by the observer’s own

pupil (Harrison et al., 2006). The present findings provide therefore additional support for expanding the perception–action mechanisms for emotional states and motor actions to non-volitional responses by the autonomic nervous system.

2. Relationship with self-reported empathy traits

Importantly, the induced salivation was predicted by the IRI-subscale ‘empathic concern’, which represents the emotional component of self-reported empathic abilities (Davis, 1983). Therefore, participants with greater induced salivation were also those who reported to experience more “feelings of sympathy and concern for others” (Davis, 1983).

Other studies have produced evidence for a relationship between physiological resonance and self-reported empathic traits. For example, IRI-measured traits were reported to be associated with contagious laughing (Haker and Rössler, 2009), higher cortisol responses in observers of stressed speakers (Buchanan et al., 2011), and the vicarious activation of somatosensory cortices while watching someone else being touched (Schaefer et al., 2012) or while witnessing pain (Singer et al., 2004).

The present findings provide additional support for a relationship between a very basic – autonomic – resonance mechanism and self-reported empathic traits (Levenson and Ruef, 1992; Decety and Meyer, 2008; Haker et al., 2010; Gonzalez-Liencre et al., 2013).

3. Measuring resonance in psychiatric disorders

Observable signs of resonance can be diminished in psychiatric disorders such as autism (Senju et al., 2007; Minio-Paluello et al., 2009; Helt et al., 2010), schizophrenia (Falkenberg et al., 2008; Haker and Rössler, 2009), depression (Wexler et al., 1994), PTSD (Nietlisbach et al., 2010), and psychopathy (Hagemüller et al., 2012). The underlying mechanisms for these declines are unclear, possibly differing among or even within diagnostic groups. Improving our capacity to examine basic empathic resonance would allow us to gain more insight into

those underlying mechanisms. With psychiatric patients, applying this approach at the autonomic level may have several advantages over assessments of resonance made at the behavioral level. The extent to which a shared representation effectively leads to an observable response is subject to inhibitory control at both the motor and emotional levels. For example, reduced facial expression has been reported in patients with schizophrenia while they indicated similar affective empathic traits than a healthy control group (Kring et al., 1993; Haker and Rössler, 2009). The apparent affective blunting seen in such patients, combined with their self-reporting of unimpaired emotional concern (Haker et al., 2012), suggests a discrepancy between activated internal representations and the observable motor, e.g., mimical, response. This possible inhibition of the response at the motor or emotional level may not be as likely to occur at the autonomic level because it is less exposed to inhibitory control (Spence, 2011).

Within the context of autism spectrum disorders (ASD), assessments of empathy-related abilities have led to contradictory results. Thus, such evaluations might also benefit from the salivation test. Dissociations have been found between various aspects of empathy; while individuals with ASD may score lower on cognitive empathy than control individuals, they do not differ from each other on measures of emotional empathy (Rogers et al., 2007; Dziobek et al., 2008). This has also been noted with basic measures related to empathy, e.g., the imitation of emotional facial actions (Bird et al., 2007; Press et al., 2010), contagious yawning (Senju et al., 2007; Senju et al., 2009), or electrodermal responses to distress cues (Blair, 1999). However, few studies have extensively investigated these basic measures related to empathy in autism. The different – “autistic” – understanding of explicit test instructions makes the assessment of any abilities in autism challenging. Therefore, paradigms that do not require a specific instruction are needed. Due to its minimal instructions, the salivation test allows one to measure the spontaneous processing of social information, thereby decreasing the influence of participants’ verbal understanding. When using the salivation test in ASD, one should

additionally control for atypical orienting to the stimulus with eye-tracking. This may help to identify the mechanisms underlying social difficulties in those disorders.

4. Limitations

While choosing this new paradigm as a measuring tool for resonance, we presumed that salivation is less prone to intentional manipulation by participants than other resonance paradigms. Although we did not control explicitly for that criterion, it is unlikely that our participants voluntarily tried to influence their salivary flow because they had not been explicitly informed about the exact purpose of the test until the end of the experiment. We also did not control for other potentially influential factors, such as stress or anxiety, even though those factors are expected to reduce salivary flow (Bates and Adams, 1968; Power and Thompson, 1970). Therefore, we predict our present findings would have been even more pronounced if there was a stress- or anxiety-linked effect.

5. Conclusion

Assessing the basic aspects of resonance is of interest to researchers who are elucidating the underlying mechanisms of reduced observable resonance in different psychiatric disorders such as autism, schizophrenia, or psychopathy. Because the setup for this application is not expensive and does not require either special training on the part of the experimenter or complicated instructions to the participant, this new salivation test may be easily implemented in clinical/psychiatric research settings.

References

- Balconi, M., Bortolotti, A., 2012. Resonance mechanism in empathic behavior BEES, BIS/BAS and psychophysiological contribution. *Physiology & Behavior* 105, 298-304.

- Bates, J. F., Adams, D., 1968. Influence of mental stress on flow saliva in man. *Archives of Oral Biology* 13, 593-596.
- Bird, G., Leighton, J., Press, C., Heyes, C., 2007. Intact automatic imitation of human and robot actions in autism spectrum disorders. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 274, 3027-3031.
- Birnbaum, D., Steiner, J. E., Karmeli, F., Ilisar, M., 1974. Effect of visual stimuli on human salivary secretion. *Psychophysiology* 11, 288-293.
- Blair, R. J. R., 1999. Responsiveness to distress cues in the child with psychopathic tendencies. *Personality and Individual Differences* 27, 135-145.
- Buchanan, T. W., Bagley, S. L., Stansfield, R. B., Preston, S. D., 2011. The empathic, physiological resonance of stress. *Social Neuroscience* 7, 191-201.
- Corcoran, D. W., 1964. Relation between introversion + salivation. *American Journal of Psychology* 77, 298-300.
- Davis, M. H., 1980. A multidimensional approach to individual differences in empathy. *Catalog of Selected Documents in Psychology* 10, 85-100.
- Davis, M. H., 1983. Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology* 44, 113-126.
- Decety, J., Meyer, M., 2008. From emotion resonance to empathic understanding: A social developmental neuroscience account. *Development and Psychopathology* 20, 1053-1080.
- Dziobek, I., Rogers, K., Fleck, S., Bahnemann, M., Heekeren, H., Wolf, O., Convit, A., 2008. Dissociation of Cognitive and Emotional Empathy in Adults with Asperger Syndrome Using the Multifaceted Empathy Test (MET). *Journal of Autism and Developmental Disorders* 38, 464-473.

- Epstein, L. H., Saad, F. G., Giacomelli, A. M., Roemmich, J. N., 2005. Effects of allocation of attention on habituation to olfactory and visual food stimuli in children. *Physiology & Behavior* 84, 313-319.
- Eysenck, S. B. G., Eysenck, H. J., 1967. Salivary response to lemon juice as a measure of introversion. *Perceptual and Motor Skills* 24, 1047-1053.
- Falkenberg, I., Bartels, M., Wild, B., 2008. Keep smiling! Facial reactions to emotional stimuli and their relationship to emotional contagion in patients with schizophrenia. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience* 258, 245-253.
- Gonzalez-Liencre, C., Shamay-Tsoory, S. G., Brüne, M., 2013. Towards a neuroscience of empathy: Ontogeny, phylogeny, brain mechanisms, context and psychopathology. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 37, 1537-1548.
- Hagemüller, F., Rössler, W., Endrass, J., Rossegger, A., Haker, H., 2012. Empathische Resonanzfähigkeit bei Straftätern mit psychopathischen Persönlichkeitszügen. *Neuropsychiatrie* 26, 65-71.
- Haker, H., Rössler, W., 2009. Empathy in schizophrenia: impaired resonance. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience* 259, 352-361.
- Haker, H., Schimansky, J., Jann, S., Rössler, W., 2012. Self-reported empathic abilities in schizophrenia: a longitudinal perspective. *Psychiatry Research* 200, 1028-1031.
- Haker, H., Schimansky, J., Rössler, W., 2010. Soziophysiologie: Grundlegende Prozesse der Empathiefähigkeit. *Neuropsychiatrie* 24, 151-160.
- Harrison, N. A., Singer, T., Rotshtein, P., Dolan, R. J., Critchley, H. D., 2006. Pupillary contagion: central mechanisms engaged in sadness processing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience* 1, 5-17.
- Hayashi, T., 1968. Experimental evidence of the second signaling system of man. *Conditional reflex: a Pavlovian Journal of Research & Therapy* 3, 18-28.

- Hayashi, T., Ararei, M., 1963. Natural conditioned salivary reflex of man alone as well as in a group. *Olfaction and Taste* 1.
- Helt, M. S., Eigsti, I. M., Snyder, P. J., Fein, D. A., 2010. Contagious yawning in autistic and typical development. *Child Development* 81, 1620-1631.
- Holle, H., Warne, K., Seth, A. K., Critchley, H. D., Ward, J., 2012. Neural basis of contagious itch and why some people are more prone to it. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109, 19816-19821.
- Jenkins, G. N., Dawes, C., 1966. Psychic flow of saliva in man. *Archives of Oral Biology* 11, 1203-1204.
- Kerr, A. C., 1961. The physiological regulation of salivary secretions in man. A study of the response of human salivary glands to reflex stimulation. *International Series of Monographs on Oral Biology* 1, 1-12.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., 2003. The enactive mind, or from actions to cognition: lessons from autism. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 358, 345-360.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., Cohen, D., 2002. Defining and quantifying the social phenotype in autism. *The American Journal of Psychiatry* 159, 895-908.
- Kring, A. M., Kerr, S. L., Smith, D. A., Neale, J. M., 1993. Flat affect in schizophrenia does not reflect diminished subjective experience of emotion. *Journal of Abnormal Psychology* 102, 507-517.
- Levenson, R. W., Ruef, A. M., 1992. Empathy: A physiological substrate. *Journal of Personality and Social Psychology* 63, 234-246.
- Millar, K., Geddes, D. A., Hammersley, R. H., Boddy, J. M., Kelly, J., 1993. Is salivary flow related to personality? *British Dental Journal* 175, 13-19.

- Minio-Paluello, I., Baron-Cohen, S., Avenanti, A., Walsh, V., Aglioti, S. M., 2009. Absence of embodied empathy during pain observation in Asperger syndrome. *Biological Psychiatry* 65, 55-62.
- Nederkorn, C., de Wit, T., Smulders, F., Jansen, A., 2001. Experimental comparison of different techniques to measure saliva. *Appetite* 37, 251-252.
- Nietlisbach, G., Maercker, A., Rössler, W., Haker, H., 2010. Are empathic abilities impaired in posttraumatic stress disorders? *Psychological Reports* 106, 832-844.
- Norscia, I., Palagi, E., 2011. Yawn contagion and empathy in *Homo sapiens*. *PLoS ONE* 6, e28472.
- Pangborn, R. M., 1968. Parotid flow stimulated by sight feel and odor of lemon. *Perceptual and Motor Skills* 27, 1340-1342.
- Pangborn, R. M., Witherly, S. A., Jones, F., 1979. Parotid and whole-mouth secretion in response to viewing, handling, and sniffing food. *Perception* 8, 339-346.
- Papoiu, A. D. P., Wang, H., Coghill, R. C., Chan, Y. H., Yosipovitch, G., 2011. Contagious itch in humans: a study of visual 'transmission' of itch in atopic dermatitis and healthy subjects. *The British Journal of Dermatology* 164, 1299-1303.
- Pavlov, I. P., 1927. *Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- Platek, S. M., Critton, S. R., Myers, T. E., Gallup, G. G., 2003. Contagious yawning: the role of self-awareness and mental state attribution. *Brain Research. Cognitive Brain Research* 17, 223-227.
- Platek, S. M., Mohamed, F. B., Gallup, G. G., Jr., 2005. Contagious yawning and the brain. *Brain Research. Cognitive Brain Research* 23, 448-452.
- Power, R. P., Thompson, W. T., 1970. Simulation of introversion and extraversion on lemon test. *British Journal of Psychology* 61, 91-93.

- Press, C., Richardson, D., Bird, G., 2010. Intact imitation of emotional facial actions in autism spectrum conditions. *Neuropsychologia* 48, 3291-3297.
- Preston, S. D., Bechara, A., Damasio, H., Grabowski, T. J., Stansfield, R. B., Mehta, S., Damasio, A. R., 2007. The neural substrates of cognitive empathy. *Social Neuroscience* 2, 254-275.
- Preston, S. D., de Waal, F. B., 2002. Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences* 25, 1-20.
- Provine, R. R., 1989. Faces as releasers of contagious yawning: An approach to face detection using normal human subjects. *Bulletin of the Psychonomic Society* 27, 211-214.
- Provine, R. R., 2005. Contagious yawning and laughing: Everyday imitation- and mirror-like behavior. *Behavioral and Brain Sciences* 28, 142-142.
- Rogers, K., Dziobek, I., Hassenstab, J., Wolf, O. T., Convit, A., 2007. Who cares? Revisiting empathy in Asperger syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 37, 709-715.
- Schaefer, M., Heinze, H. J., Rotte, M., 2012. Embodied empathy for tactile events: Interindividual differences and vicarious somatosensory responses during touch observation. *Neuroimage* 60, 952-957.
- Senju, A., 2013. Atypical development of spontaneous social cognition in autism spectrum disorders. *Brain & Development* 35, 96-101.
- Senju, A., Kikuchi, Y., Akechi, H., Hasegawa, T., Tojo, Y., Osanai, H., 2009. Brief report: Does eye contact induce contagious yawning in children with Autism Spectrum Disorder? *Journal of Autism and Developmental Disorders* 39, 1598-1602.
- Senju, A., Maeda, M., Kikuchi, Y., Hasegawa, T., Tojo, Y., Osanai, H., 2007. Absence of contagious yawning in children with autism spectrum disorder. *Biology Letters* 3, 706-708.

- Shannon, I. L., 1974. Effects of visual and olfactory stimulation on parotid secretion rate in the human. . In: Society for Experimental Biology and Medicine (Ed.). Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. New York, NY, Royal Society of Medicine. 146: pp. 1128-1131.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., Frith, C. D., 2004. Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science* 303, 1157-1162.
- Spence, C., 2011. Mouth-watering: the influence of environmental and cognitive factors on salivation and gustatory/flavor perception. *Journal of Texture Studies* 42, 157-171.
- Wexler, B. E., Levenson, L., Warrenburg, S., Price, L. H., 1994. Decreased perceptual sensitivity to emotion-evoking stimuli in depression. *Psychiatry Research* 51, 127-138.
- White, K. D., 1977. Salivation - review and experimental investigation of major techniques. *Psychophysiology* 14, 203-212.
- White, K. D., 1978. Salivation - significance of imagery in its voluntary control. *Psychophysiology* 15, 196-203.

4.2 Studie 2: Empathic resonance in Asperger Syndrome

Florence Hagenmuller, Wulf Rössler, Amrei Wittwer, and Helene Haker

Submitted in Research in Autism Spectrum Disorders, 17.12.2013

Abstract

Reports on Theory-of-Mind deficits have led to the common belief that Autism Spectrum Disorders (ASD) are associated with a lack of empathy. Resonance is a basic empathy-related process, linking two interacting individuals at the physiological level. Findings in ASD have been inconclusive regarding basic empathy. We investigated resonance at the autonomic level – the salivation-inducing effect of watching a person eating a lemon. Salivation-induction was assessed in 29 individuals with ASD and 28 control participants. Cotton rolls placed in the mouth were weighed before and after the video stimulation. Orientation to the stimulus was assessed with eye-tracking, autistic and empathic traits through self-reports. Group comparisons revealed lower salivation-induction in individuals with ASD. Linear regressions revealed different predictors of induction in each group: self-reported empathic fantasizing and age in ASD versus self-reported empathic concern plus orientation to the stimulus' face in the control. In both groups the social component was relevant: in ASD in terms of intellectual involvement with social contents and in controls in terms of the mere presence of a social vis-à-vis. Individuals with ASD may use explicitly acquired intellectual strategies whereas individuals with typical development can rely on intuitive processes for social responsivity.

Introduction

Autism spectrum disorders (ASD) are associated with generally reduced social-emotional reciprocity and empathy. However, various definitions of empathy have caused researchers to adopt several methods for assessing this complex process. Within the context of ASD, one of the most popular concepts for study has been that of cognitive empathy, i.e., perspective-

taking or Theory of Mind (ToM). Deficits in those processes have been replicated numerous times in individuals with ASD. Nevertheless, criticism has emerged about the explanatory power of ToM because of its lack of specificity to autism and its strong relationship with language abilities (Happé & Frith, 1996; Klin, Jones, Schultz, Volkmar, & Cohen, 2002a; Senju, 2013). For example, compensation strategies by persons with ASD, e.g., heightened verbal skills, can lead to discrepancies between having good results in explicit tasks of social reasoning and dealing with real-life difficulties (Klin, Jones, Schultz, & Volkmar, 2003; Klin, et al., 2002a; Senju, 2013).

Empathy is influenced by many conscious and unconscious factors that can be difficult to control in an experimental setting. Current means for assessing empathic abilities in ASD may benefit from an approach that examines more basic processes related to empathy within a broader framework of empathy. The perception-action link (Preston & de Waal, 2002) describes empathy-related, automatic processes that occur when two people are interacting. The perception of someone's action automatically stimulates the observer's corresponding representations, so that one involuntarily and directly matches the physiological state of the other person. Unless inhibited, those shared representations then prime or generate an associated action in response that depends upon the level of attention to the stimulus (Preston & de Waal, 2002). This physiological linkage between two individuals, i.e., resonance, is a basic way of being in social contact, and was proposed to be related to empathy (Gonzalez-Liencre, Shamay-Tsoory, & Brüne, 2013; Haker, Schimansky, & Rössler, 2010; Levenson & Ruef, 1992). Common measures of empathic resonance are spontaneous imitation or mimicry of facial expressions (Cacioppo, Petty, Losch, & Kim, 1986), or contagion effects such as in yawning (Norscia & Palagi, 2011; Platek, Critton, Myers, & Gallup, 2003), laughing (Provine, 2005), or itching (Papoiu, Wang, Coghill, Chan, & Yosipovitch, 2011).

Comparison among results from previous reports about resonance in ASD is challenging due to the high heterogeneity in such disorders and in the different studied groups. Those differences have been manifested in terms of age, intellectual level, or personality traits such as alexithymia, a sub-clinical, frequently co-occurring phenomenon characterized by difficulties in identifying and describing one's own feelings (Nemiah, 1977). Even though those previous examinations had an advantage because they relied less on verbal skills by the participants than do explicit tasks (e.g., ToM), the results were sometimes inconsistent. For example, during passive viewing, children with ASD did not mimic until instructed to do so, suggesting that spontaneous mimicry is impaired in those disorders (McIntosh, Reichmann-Decker, Winkielman, & Wilbarger, 2006). However, other studies reported intact spontaneous mimicry in ASD (Magnee, de Gelder, van Engeland, & Kemner, 2007; Press, Richardson, & Bird, 2010). Those examples highlight important aspects when applying experimental paradigms in individuals with ASD. Differences in task instructions – maybe even subtle – can lead to contrasting responses by participants. In addition, due to their qualitatively different, e.g., literal, understanding, individuals with ASD may obtain a different meaning for a task instruction than do control participants. This risk increases with the complexity of actions a participant is required to perform. Furthermore, the observed response may cognitively be influenced by the participants themselves, perhaps unintentionally through education or social desirability, or intentionally through manipulation.

In studies of contagious yawning, children with ASD did not yawn when they observed a yawning person in a video, in contrast to typically developing children (Senju, et al., 2007). However in a replication study, when the children were instructed to look at the eyes of the stimulus this group difference disappeared (Senju, et al., 2009). In accordance with those findings, researchers have suggested that an atypical orientation to the stimulus might be responsible for inconsistent results (Klin, Jones, Schultz, Volkmar, & Cohen, 2002b; Senju, 2013). Several investigations utilizing eye-tracking methodology have shown that visual

strategies vary between ASD individuals and persons in the control groups. In contrast to typically developing individuals, children and adults with ASD show preferential attention to inanimate rather than social stimuli (Klin, et al., 2002b). They also focus less consistently on core features of the human face, such as the eyes and mouth (Langdell, 1978). However, empathic processes can also be disrupted by cognitive load in healthy controls, indicating that attention impacts empathic processing (Morelli & Lieberman, 2013). Preston and de Waal (2002) have also conceptualized attention as a key component of the perception-action link. Therefore, the impact of atypical attention paid to a stimulus (e.g., in terms of the atypical visual orientation found in ASD) on the empathic response seems obvious.

Here, we assessed basic empathic resonance with the salivation test, a paradigm that minimizes the above-mentioned influences of instruction and participants' cognition (submitted elsewhere). This test evaluates the salivation-inducing effect of watching a person eating a lemon. Instruction is minimal, the participants are not required to take a specific action, and the cognitive influence that participants could have on their own salivation rates is comparably low. To understand better the underlying mechanisms, we also assessed spontaneous visual orientation via eye-tracking. Our aim was to investigate a basic empathic process described by the perception-action link in adults with ASD who had no intellectual disability. We predicted that the empathic response would depend upon the degree of visual attention paid to the stimulus as well as personality characteristics.

Methods

2. Participants

Our assessment involved 29 participants with Asperger Syndrome (AS group, mean age 35 years, age range 18-59 years, 11 females) plus 28 healthy control participants (HC group, mean age 33 years, age range 21-57 years, 11 females) of a similar age and gender

distribution. The participants of the HC group had no psychiatric history and were free of pharmacological medication. They were part of a larger group of healthy controls described previously (submitted elsewhere). Participants in the AS group had been diagnosed by senior mental-health professionals experienced in those disorders following the criteria of DSM-IV. Standardized clinical instruments, such as ADI-R (Lord, Rutter, & Le Couteur, 1994) or ADOS (Lord, et al., 2000), were not used because their clinical validity (e.g., sensitivity) is not well-documented for the diagnostic identification of adults at the higher-functioning end of the autism spectrum. However, only the enrollment of higher-functioning, less severely impaired participants allows one to investigate underlying coping strategies. In the AS group, 10 participants were medicated with antidepressants, two with antipsychotics, one with both, and one with both plus antiepileptics and methylphenidate. Intellectual abilities were estimated with two tests of the Wechsler Adult Intelligence Scale – Block Design for performance IQ and Arithmetic for verbal IQ (Wechsler, 1981). None of the participants had an intellectual disability. Persons in the AS group scored significant higher ($M=108$, $SD=10$) than those in the HC group ($M=100$, $SD=11$) on verbal IQ tests, $t(55)=2.76$, $p<0.01$.

Participants were instructed not to eat anything, drink coffee, brush teeth, or chew gum for half an hour prior to the experiment. After complete description of the study to the subjects, written informed consent was obtained. The study was approved by the regional ethics committee of Zurich.

Table 1: Descriptive characteristics of participants in the Asperger Syndrome (AS) and Healthy Control (HC) groups.

		AS	HC	p ¹
N		29	28	
Sex	M/F	11/18	11/17	n.s.
Age (yr)	Mean	35.1 (11.9)	32.7 (10.6)	n.s.
	Range	18–59	21–57	
Medication	Antidepressants	12	0	
	Antipsychotics	4	0	
IQ	Verbal	107.8 (10.1)	100.0 (10.9)	*
	Performance	104.1 (14.2)	101.3 (14.5)	n.s.

¹ *, p<0.05.

3. Salivation-induction

With three cotton dental rolls placed in their mouths (two buccally and one on the tongue), the participants watched videos. The rolls were weighed before and after the video was presented to determine how much saliva had been absorbed in order to assess salivation-induction (balance with weighing range 100 g, graduation 0.01 g).

The stimulation video showed a person cutting and eating a lemon. The control video represented the same person retrieving paper balls of different colors and placing them before him on the table. This version was used as the control to establish baseline salivary flow. Each 60-s video was displayed three times in randomized order. Recovery periods between videos lasted at least 10 min. The instruction for the lemon video was "watch the video" whereas the instruction for the control video was "count the paper balls" (a different color for each of the three runs). This control task was very easy and was aimed at activating representations other than food, sourness, or anything else associated with eating lemons. The level of salivation induction was calculated as the difference between mean salivation under the lemon condition and mean salivation in the control situation. This test has been developed previously (submitted elsewhere).

4. Gaze behavior

A table-mounted Eyegaze Analysis System (LC Technologies, Inc.) was used to measure eye movements. The individual was seated approximately 60 cm in front of a 19" LCD Monitor, his eyes level with the upper half of the screen. The head was placed on a chinrest to ensure a neat calibration. For each participant, a nine-point calibration of the eye-tracker, made before the salivation test started, was adjusted before each run. Eye movements were recorded binocularly (sampling rate of 120 Hz) by two cameras positioned beneath the computer display with the pupil center corneal reflection method. For two participants, eye-tracking was assessed only with the dominant eye because of calibration problems due to reflection from their glasses. In both test groups, the right eye was dominant for half of the participants; the left for the other half. Because of a strong strabismus, the eye-tracking data for one participant in the AS group had to be excluded from the analysis. We used NYAN 2.0 software (Interactive Minds, Dresden) for recording and analyzing participants' eye movements (minimum fixation duration: 50 ms).

Analyses of gaze behavior were performed for the lemon video. To disentangle attention to the social part of the stimulus from the inanimate part, we defined the following areas of interest (AOIs): a) AOI_face from the moment the person in the video is biting in the lemon, i.e., 18.0 s after stimulus onset; b) AOI_lemons; c) AOI_out (Fig 1). The following AOI metrics were separately calculated: time to first fixation (in s), defined as the start time of the first fixation in a given AOI with respect to the stimulus onset time; mean fixation duration (s), defined as the average of the durations of fixations within a given AOI; and gaze duration (s), defined as the sum of all fixation durations for a given AOI.

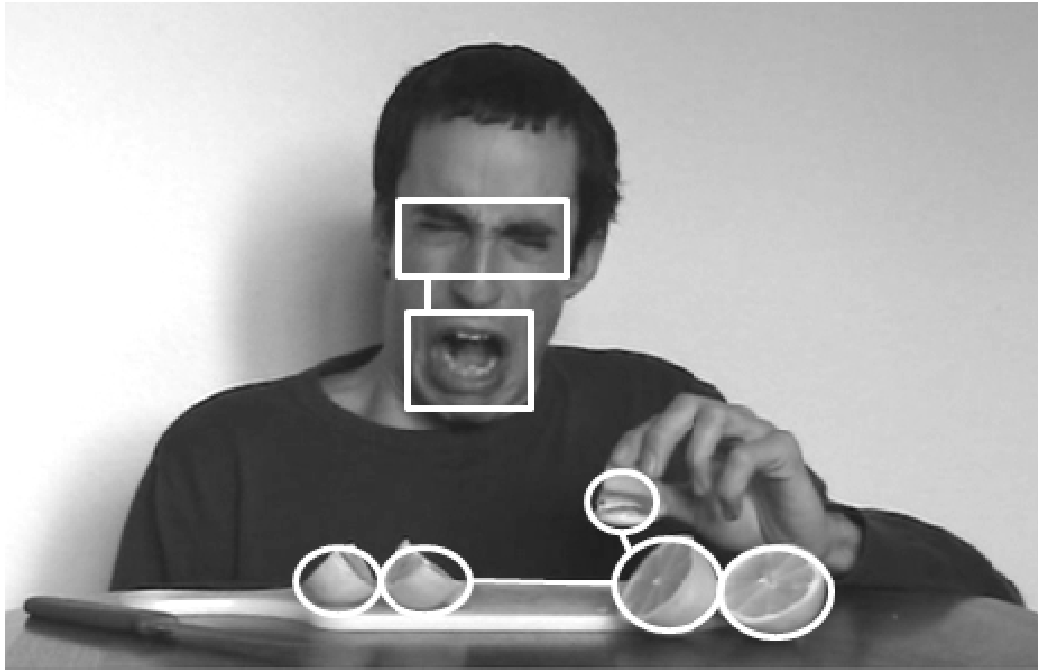


Figure 1. Illustration of defined AOIs: AOI_face (grouping AOI_mouth and AOI_eyes), AOI_lemons (grouping of all lemons), and AOI_out as remaining unmarked area.

5. Personality

Prior to the experiment, participants completed questionnaires assessing personality traits. The Autism-Spectrum Quotient (Baron-Cohen, Wheelwright, Skinner, Martin, & Clubley, 2001) entailed 50 questions to assess the extent to which individuals expressed traits associated with the autism spectrum.

The Toronto Alexithymia scale (TAS) is a self-report questionnaire (Bagby, Parker, & Taylor, 1994) that measures a participant's ability to recognize and verbally express his feelings, as well as the tendency to focus on superficial events rather than thinking about emotions. This scale has good internal consistency and test-retest reliability (Bagby, Taylor, & Parker, 1994).

The Interpersonal Reactivity Index (IRI) uses four scales for self-reported measurements of empathy (Davis, 1980). The 'empathic concern' (IRI_EC) scale addresses the respondents'

capacity for concerned and compassionate feelings for others; ‘personal distress’ (IRI_PD) assesses self-oriented responses to difficult situations of others; ‘perspective-taking’ (IRI_PT) focuses on mentalizing abilities, i.e., the ability to adopt another’s point of view; and the ‘fantasy scale’ (IRI_FS) measures the tendency to identify with fictional characters, e.g., in books or movies. These four scales demonstrate good internal consistency and test-retest reliabilities (Davis, 1983).

6. Statistical analysis

Datasets were restructured with MATLAB R2012b (MathWorks) and then exported to SPSS. All statistical analyses were performed with IBM SPSS Statistics 20, using two-tailed *p*-values. The data were normally distributed. T-tests were performed to detect group differences in salivation, personality, and AOI-metrics. Correlations were computed with Pearson’s *r* in the two separated groups. The sizes of the effects were reported as Cohen’s *d*- and *r*-values (benchmarks are as follows: *d*=0.3 respectively *r*=0.1 depicts a small effect; *d*=0.5 resp. *r*=0.3 a medium effect; *d*=0.8 resp. *r*=0.5 a large effect). Linear regressions of the outcome variable ‘salivation’ on the variables of interest were performed separately for both groups in order to identify possible predictors specifically related to ASD.

Results

1. Group comparisons

On average, induced salivation was slightly lower in the AS group than in the HC group. However, variances were similar in both groups. Nineteen participants from the AS group and 24 from the HC group demonstrated induction, i.e., producing a value above zero (Fig 2A). To control for Sex and Age, we calculated group differences with an ANCOVA. The covariate ‘Age’ was significantly related to the participant’s level of salivation, $F(1,52)=7.11$, $p<0.05$, $r=0.35$. We also found a significant main effect of Group after controlling for the

effect of participant's Age, $F(1,52)=5.02$, $p<0.05$, $r=0.24$. Neither the main effect of Sex nor the interaction effect of Group X Sex was significant ($p>0.05$). In the AS group, no significant difference in salivation was detected between medicated and non-medicated subjects (antidepressants and antipsychotics), $t(27)=1.41$, $p>0.05$.

Metrics for AOI_face, AOI_lemons, and AOI_out are given in Table 1. On average, persons in the AS group looked significantly less at the face of the stimulus when compared with those in the control group. By contrast, the AS group participants looked significantly more at the lemons as well as outside of the AOIs. No significant group differences were found between time to first fixation and mean fixation durations. Separate analyses of both parts of the AOI_face, i.e. AOI_eyes and AOI_mouth, revealed no group differences in gaze durations, time to first fixation and mean fixation durations.

Table 2: AOI metrics

		AS	HC	T^1
Gaze duration (s)	AOI_face ²	21.1 (8.0)	27.8 (4.9)	-3.80 ***
	AOI_lemons	14.7 (8.0)	10.6 (3.7)	2.43 *
	AOI_out	10.1 (5.7)	5.5 (3.7)	3.62 ***
Time to first fixation (s)	AOI_face	19.6 (1.4)	19.0 (.7)	
	AOI_lemons	2.3 (3.6)	2.2 (4.0)	
	AOI_out	1.7 (2.3)	2.2 (2.4)	
Mean fixation duration (s)	AOI_face	0.7 (0.2)	0.6 (0.3)	
	AOI_lemons	0.5 (0.1)	0.5 (0.1)	
	AOI_out	0.4 (0.2)	0.3 (0.1)	

¹ *, $p<0.1$; ***, $p<0.005$. ² AOI_face includes both AOI_eyes and AOI_mouth; timing began 18.0 s after stimulus onset.

The groups differed significantly in autistic personality traits. Persons in the AS group showed higher AQ values [$t(55)=10.98$, $p<0.001$, $d=2.96$]. Except for one control subject, the distributions did not overlap (Fig 2B). On the alexithymia scale, the AS group scored significantly higher than the control group [$t(55)=6.24$, $p<0.001$, $d=1.68$] (Fig 2C).

Comparisons on the IRI scales indicated significantly lower scores for the AS group on both empathic concern [$t(55)=-4.80$, $p<0.001$, $d=-1.29$] and perspective-taking [$t(55)=-2.86$, $p<0.05$, $d=-2.86$]. The AS group scored significantly higher on the personal distress scale [$t(55)=2.73$, $p<0.01$, $d=0.73$]. The groups did not differ significantly on the fantasy scale [$t(55)=-1.38$, $p>0.05$] (Fig 2D). Variances within the AS group were higher for all four subscales.

Figure 2

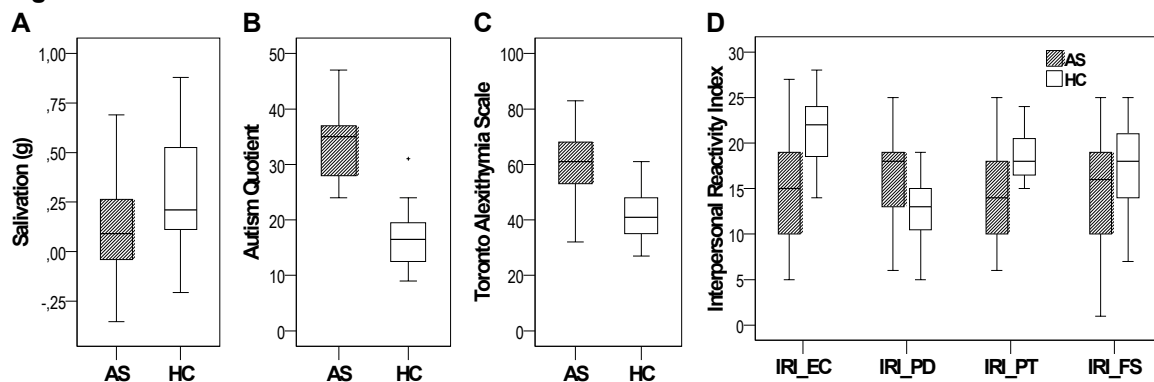


Figure 2. Boxplots of differences between the Asperger Syndrome (AS) and the Healthy Control groups (HC) in salivation (panel A), autistic traits (panel B), alexithymia (panel C), and empathic abilities (panel D).

2. Relationships among salivation, gaze behavior, and personality traits

Correlations of salivation-induction with gaze orientation and personality characteristics are shown in Figure 3. They include r -values for effect-sizes and levels of significances.

Participants who looked longer at the face of the person biting in the lemon showed greater induction of salivation (Fig 3A). In the AS group, those who gazed longer at the lemons showed less induction (Fig 3B). The correlation of salivation with AOI_out had a small effect-size and was not significant (AS: $r=0.153$, HC: $r=-0.179$).

Participants reporting more ‘empathic concern’ (Fig 3C) and more ‘fantasy’ (Fig 3D) than others had more salivation-induction. Those with fewer autistic traits (Fig 3E) and less alexithymia (Fig 3F) also had greater induction. No correlation was found between salivation and the IRI scales ‘perspective-taking’ and ‘personal distress’.

Stepwise linear regressions were performed with the outcome variable salivation and the predictors Age, AOI_face, AQ, IRI_EC, and IRI_FS (Table 2). Component TAS had to be removed because of its strong correlation with IRI_FS. Our analysis revealed that the predictors of induced salivation differed between the AS and HC groups.

Table 2: Results of the stepwise linear regression in the Asperger Syndrome (AS) and Healthy Control (HC) groups.

		b	SE b	β	p
AS group^a					
Step 1					
	Constant	−0.31	0.10		
	IRI fantasy	0.03	0.01	0.67	<0.005
Step 2					
	Constant	−0.60	0.13		
	IRI fantasy	0.03	0.01	0.63	<0.005
	Age	0.01	0.00	0.38	<0.01
HC group^b					
Step 1					
	Constant	−0.33	0.28		
	IRI empathic concern	0.03	0.01	0.40	<0.05
Step 2					
	Constant	−0.93	0.38		
	IRI empathic concern	0.03	0.01	0.40	<0.05
	AOI_face	0.02	0.01	0.37	<0.05

^a $R^2=0.45$ for Step 1, $\Delta R^2=0.14$ for Step 2 ($p<0.05$)

^b $R^2=0.16$ for Step 1, $\Delta R^2=0.14$ for Step 2 ($p<0.05$)

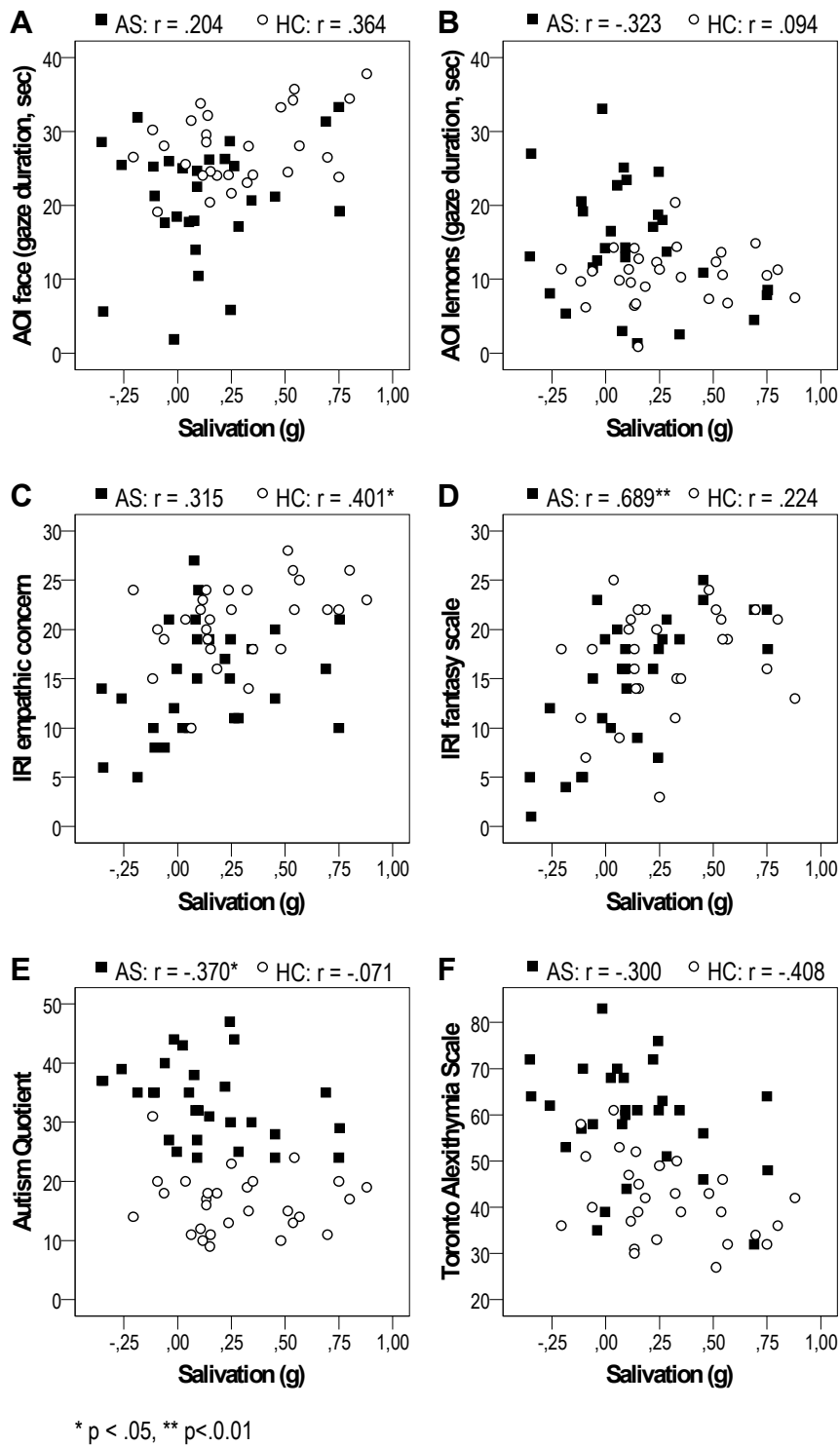
Figure 3

Figure 3. Correlations of induced salivation with gaze behavior (panels A, B), empathic (panels C, D) and autistic traits (panel E), and alexithymia (panel F) in the Asperger Syndrome (AS, $n=29$) and the Healthy Control groups (HC, $n=28$).

Discussion

Our study was aimed at assessing a basic empathy-related process in ASD while reducing bias due to complex instructions and participants' cognitive influences. We applied the salivation test, which examines resonance at the autonomic level and entails minimal instruction that does not require a specific action by the participant. To explore the possible effects of atypical visual orientation to the stimulus, we assessed spontaneous gaze behavior with eye-tracking.

Although mean salivation was significantly lower in the AS group than in the HC group, any substantive difference between them was rather small ($r=0.2$). Furthermore, the variances were similar for both groups and indicated that salivation-induction occurred for most of the AS participants. Therefore, the presence or absence of resonance at the autonomic level was not restricted to the categorical diagnosis of ASD.

However, the underlying mechanisms appeared to differ between groups. For persons in the AS group, stronger salivation-induction was related to higher age and more self-reported empathic fantasizing – a cognitive component of empathy. For those in the HC group, salivation was positively related with self-reported empathic concern – an emotional component of empathy – as well as with the visual focus on the squinching face.

In investigations by Pavlov (1927) of the reflex that links a visual stimulus and an autonomic reaction, the mere perception of food automatically activated related representations. This then generated a corresponding bodily reaction such as salivation, i.e., a perception-action link in a non-social setting. Thus, the conditioned reaction described by Pavlov would link the visual perception of lemons with the bodily reaction of salivation. However, we noted here that healthy controls showed higher salivation the longer they focused on the face in the video. This suggests that, in HC participants, the perception of someone biting into the lemon,

that is, the social component of the stimulus, was relevant for eliciting a salivation response rather than the mere sight of the food. Furthermore, induced salivation was predicted by self-reported empathic concern in the HC group. The scale for that component evaluates the degree to which a respondent experiences feelings of warmth, compassion, and concern for the observed individual (Davis, 1980, 1983). Here, we found that the induced-salivation response was related to the extent to which a participant acknowledged emotional reactivity toward other people. In addition, salivation was negatively correlated with alexithymia. Deficits in insight into one's own emotional state may therefore constrain the capacity for sharing the physiological and emotional states of others, as shown previously (Bernhardt & Singer, 2012). Taken together, our findings support the belief that an autonomic salivation response is embedded within the broader framework of empathy.

Compared with persons in the HC group, those in the AS group looked significantly less at the face of the stimulus. This is in line with observations in other studies (Falck-Ytter & von Hofsten, 2011). However, contrary to our expectation, our results showed that this difference in gaze behavior for individuals with ASD was not decisive for their empathic resonance response. Within the AS group, induced salivation was highest in those describing themselves as empathic fantasizers. High fantasizers are characterized as "devoting time and intellectual involvement to the nonsocial world of books, movies, and television" (Davis, 1983).

According to Davis (Davis, 1983), such persons have greater verbal abilities but are rather introverted and feel uncomfortable in social settings. This description matches the clinical impression of well-compensated and socially interested individuals at the lighter end of the autistic spectrum.

Salivation was also highest in older participants of the AS group. Previous studies have shown that empathy-related abilities increase with age in individuals with ASD. Those features include facial mimicry (Thioux & Keysers, 2010), changes in the neural substrates of

empathy (Schulte-Ruther, et al., 2013), imitation skills (Williams, Whiten, & Singh, 2004), cognitive and affective empathy skills (Schwenck, et al., 2012) and overall social functioning (Bastiaansen, et al., 2011). That is, persons with ASD may learn to improve their social abilities into adulthood, and those continue to develop over the course of their lives.

In accord with those earlier investigations, we were able to relate the autonomic resonance in AS measured here with two variables – age and self-reported empathic fantasizing – that might indicate the development of social maturity and compensatory mechanisms. This could mean that individuals with AS become more familiar with social situations, depending upon their previous life experience (age) and the intensity of their explicit intellectual occupation with social contents (fantasizing). This conclusion is also in line with our general clinical experience. That is, persons with ASD use explicitly acquired intellectual strategies whereas individuals with typical development can rely on implicit, intuitive processes.

Some limitations must be considered for this study. Although we presumed that salivation is less prone to cognitive influences by participants (such as intentional manipulation) than are other resonance paradigms, we did not explicitly control for that criterion. Although evidence exists for the possible voluntary control of salivation by imagery such as meditation (White, 1978), it appears that this manipulation must be intentionally executed. However, it seems unlikely that our participants deliberately tried to influence their salivary flow because they were not explicitly informed about the exact purpose of the test until the end of the experiment. In addition, the salivary response may have been unconsciously altered, for example, due to stress or distractions associated with an unknown research environment. However, because stress and anxiety are known to reduce salivary flow (Power & Thompson, 1970), we would have expected our present findings to be even more pronounced if there had been any effect by those factors. Eye-tracking data did not reveal that participants in the AS

group looked more toward the outside of the screen. Therefore, we assume that they were not more visually distracted than the other participants.

In summary, basic empathic resonance, as measured by salivation-induction, was similar between individuals with ASD and our HC persons. However, the underlying mechanisms differed. In both groups, a social component was relevant for empathic resonance to emerge, albeit on different levels: the explicit level for AS participants, i.e., intellectual involvement with social content over time, versus the implicit level for HC participants, i.e., emotional reactivity and the mere presence of a social vis-à-vis. From this we conclude that individuals with ASD can profit from life-long intellectual training of their social abilities. These findings also suggest that fostering social interests, if only in the abstract, can influence more implicit basic empathic mechanisms over time. Therefore, autistic empathy is not an oxymoron.

References

- Bagby, R. M., Parker, J. D., & Taylor, G. J. (1994). The twenty-item Toronto Alexithymia Scale--I. Item selection and cross-validation of the factor structure. *Journal of Psychosomatic Research, 38*, 23-32.
- Bagby, R. M., Taylor, G. J., & Parker, J. D. (1994). The Twenty-item Toronto Alexithymia Scale--II. Convergent, discriminant, and concurrent validity. *Journal of Psychosomatic Research, 38*, 33-40.
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Skinner, R., Martin, J., & Clubley, E. (2001). The autism-spectrum quotient (AQ): evidence from Asperger syndrome/high-functioning autism, males and females, scientists and mathematicians. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 31*, 5-17.
- Bastiaansen, J. A., Thioux, M., Nanetti, L., van der Gaag, C., Ketelaars, C., Minderaa, R., & Keyzers, C. (2011). Age-related increase in inferior frontal gyrus activity and social functioning in autism spectrum disorder. *Biological Psychiatry, 69*, 832-838.

- Bernhardt, B. C., & Singer, T. (2012). The neural basis of empathy. *Annual Review of Neurosciences*, 35, 1-23.
- Cacioppo, J. T., Petty, R. E., Losch, M. E., & Kim, H. S. (1986). Electromyographic activity over facial muscle regions can differentiate the valence and intensity of affective reactions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 260-268.
- Davis, M. H. (1980). A multidimensional approach to individual differences in empathy. *Catalog of Selected Documents in Psychology*, 10, 85-100.
- Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 44, 113-126.
- Falck-Ytter, T., & von Hofsten, C. (2011). How special is social looking in ASD: a review. *Progress in Brain Research*, 189, 209-222.
- Gonzalez-Liencre, C., Shamay-Tsoory, S. G., & Brüne, M. (2013). Towards a neuroscience of empathy: Ontogeny, phylogeny, brain mechanisms, context and psychopathology. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37, 1537-1548.
- Haker, H., Schimansky, J., & Rössler, W. (2010). Soziophysiologie: Grundlegende Prozesse der Empathiefähigkeit. *Neuropsychiatrie*, 24, 151-160.
- Happé, F. G. E., & Frith, U. (1996). Theory of mind and social impairment in children with conduct disorder. *British Journal of Developmental Psychology*, 14, 385-398.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., & Volkmar, F. (2003). The enactive mind, or from actions to cognition: lessons from autism. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 358, 345-360.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002a). Defining and quantifying the social phenotype in autism. *The American Journal of Psychiatry*, 159, 895-908.

- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002b). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Archives of General Psychiatry*, 59, 809-816.
- Langdell, T. (1978). Recognition of faces: an approach to the study of autism. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 19, 255-268.
- Levenson, R. W., & Ruef, A. M. (1992). Empathy: A physiological substrate. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63, 234-246.
- Lord, C., Risi, S., Lambrecht, L., Cook, E. H., Jr., Leventhal, B. L., DiLavore, P. C., Pickles, A., & Rutter, M. (2000). The autism diagnostic observation schedule-generic: a standard measure of social and communication deficits associated with the spectrum of autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 30, 205-223.
- Lord, C., Rutter, M., & Le Couteur, A. (1994). Autism Diagnostic Interview-Revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 24, 659-685.
- Magnee, M. J., de Gelder, B., van Engeland, H., & Kemner, C. (2007). Facial electromyographic responses to emotional information from faces and voices in individuals with pervasive developmental disorder. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 48, 1122-1130.
- McIntosh, D. N., Reichmann-Decker, A., Winkielman, P., & Wilbarger, J. L. (2006). When the social mirror breaks: deficits in automatic, but not voluntary, mimicry of emotional facial expressions in autism. *Dev Sci*, 9, 295-302.
- Morelli, S. A., & Lieberman, M. D. (2013). The role of automaticity and attention in neural processes underlying empathy for happiness, sadness, and anxiety. *Front Hum Neurosci*, 7, 160.
- Nemiah, J. C. (1977). Alexithymia. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 28, 199-206.

- Norscia, I., & Palagi, E. (2011). Yawn contagion and empathy in homo sapiens. *PLoS One*, 6, e28472.
- Papoiu, A. D. P., Wang, H., Coghill, R. C., Chan, Y. H., & Yosipovitch, G. (2011). Contagious itch in humans: a study of visual 'transmission' of itch in atopic dermatitis and healthy subjects. *British Journal of Dermatology*, 164, 1299-1303.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*. Oxford: Oxford Univ. Press.
- Platek, S. M., Critton, S. R., Myers, T. E., & Gallup, G. G. (2003). Contagious yawning: the role of self-awareness and mental state attribution. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 17, 223-227.
- Power, R. P., & Thompson, W. T. (1970). Simulation of introversion and extraversion on lemon test. *British Journal of Psychology*, 61, 91-93.
- Press, C., Richardson, D., & Bird, G. (2010). Intact imitation of emotional facial actions in autism spectrum conditions. *Neuropsychologia*, 48, 3291-3297.
- Preston, S. D., & de Waal, F. B. (2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences*, 25, 1-20.
- Provine, R. R. (2005). Contagious yawning and laughing: Everyday imitation- and mirror-like behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 142-142.
- Schulte-Ruther, M., Greimel, E., Piefke, M., Kamp-Becker, I., Remschmidt, H., Fink, G. R., Herpertz-Dahlmann, B., & Konrad, K. (2013). Age-dependent changes in the neural substrates of empathy in autism spectrum disorder. *Soc Cogn Affect Neurosci*.
- Schwenck, C., Mergenthaler, J., Keller, K., Zech, J., Salehi, S., Taurines, R., Romanos, M., Schecklmann, M., Schneider, W., Warnke, A., & Freitag, C. M. (2012). Empathy in children with autism and conduct disorder: group-specific profiles and developmental aspects. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 53, 651-659.

- Senju, A. (2013). Atypical development of spontaneous social cognition in autism spectrum disorders. *Brain and Development*, 35, 96-101.
- Senju, A., Kikuchi, Y., Akechi, H., Hasegawa, T., Tojo, Y., & Osanai, H. (2009). Brief report: Does eye contact induce contagious yawning in children with autism spectrum disorder? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39, 1598-1602.
- Senju, A., Maeda, M., Kikuchi, Y., Hasegawa, T., Tojo, Y., & Osanai, H. (2007). Absence of contagious yawning in children with autism spectrum disorder. *Biology Letters*, 3, 706-708.
- Thioux, M., & Keysers, C. (2010). Empathy: shared circuits and their dysfunctions. *Dialogues Clin Neurosci*, 12, 546-552.
- Wechsler, D. (1981). *Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- White, K. D. (1978). Salivation - significance of imagery in its voluntary control. *Psychophysiology*, 15, 196-203.
- Williams, J. H., Whiten, A., & Singh, T. (2004). A systematic review of action imitation in autistic spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34, 285-299.

5 DISKUSSION

5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

5.1.1 Ergebnisse Studie 1

In Studie 1 hat sich die Brauchbarkeit des erstmals eingesetzten Paradigmas zur Erfassung der vegetativen Resonanzfähigkeit bestätigt. Mit einer einfachen Umsetzung wurden kontinuierliche Daten erhoben und die Objektivität der Messung gewährleistet.

Die Ergebnisse zeigen, dass gesunde Testpersonen signifikant mehr Speichel produzierten, wenn sie eine Person sahen, die in eine Zitrone hineinbeisst, als wenn sie eine andere Handlung beobachteten. Dieser Effekt war unabhängig von anderen mit der Erhebungsmethodik assoziierten Faktoren wie die Reihenfolge oder die Wiederholung der Stimuluspräsentation. Ähnliche Effekte der blossen Beobachtung einer Handlung auf das eigene Verhalten bzw. die eigene physiologische Reaktion wurden in der Literatur mehrfach berichtet, sei es der Speichelfluss in einem anderen Kontext als Empathie, wie z.B. Lernen (Hayashi & Ararej, 1963; Jenkins & Dawes, 1966; Pangborn, 1968; Pangborn, Witherly, & Jones, 1979; Pavlov, 1927) oder im Kontext von Empathie, aber mit anderen physiologischen Parametern als Speichelfluss (Balconi & Bortolotti, 2012; Harrison et al., 2006; Preston et al., 2007). Zudem korrelierte das Ausmass an induziertem Speichel signifikant mit der selbstberichteten empathischen Betroffenheit als Mass für die emotionale Komponente der Empathiefähigkeit. Der Zusammenhang von physiologischer Resonanz mit emotionaler Empathiefähigkeit wurde bereits in anderen Studien zur Resonanzfähigkeit gezeigt (Buchanan, Bagley, Stansfield, & Preston, 2011; Haker & Rössler, 2009; Schaefer, Heinze, & Rotte, 2012; Singer, 2006).

Die vorliegenden Ergebnisse der Speichelflussinduktion weisen darauf hin, dass die *perception-action*-Koppelung auch bei unwillkürlichen Reaktionen des vegetativen

Nervensystems beobachtet werden kann. Darüber hinaus verdeutlicht der Zusammenhang dieses basalen – vegetativen – Resonanzmechanismus mit einer expliziten Selbsteinschätzung der Empathiefähigkeit nochmals den breiten Rahmen, in welchem Empathie als Ergebnis verschiedener zusammenwirkender Prozesse zu verstehen ist (Decety & Meyer, 2008; Gonzalez-Liencre et al., 2013; Haker et al., 2010; Levenson & Ruef, 1992).

5.1.2 Ergebnisse Studie 2

In Studie 2 wurde der *salivation-test* eingesetzt zur Erfassung der vegetativen Resonanzfähigkeit bei einer Gruppe von Personen mit einem Asperger-Syndrom (AS) im Vergleich mit einer gesunden Kontrollgruppe. Der induzierte Speichelfluss in der AS-Gruppe war leicht reduziert im Vergleich zur Kontrollgruppe, war aber für den grössten Teil dieser Gruppe vorhanden. In der AS-Gruppe ging eine verminderte Speichelflussinduktion einher mit einem erhöhten Ausprägungsgrad autistischer Persönlichkeitszüge. Somit erscheint die vegetative Resonanzfähigkeit als dimensionales Mass unabhängig vom Vorliegen bzw. Nicht-Vorliegen einer AS-Diagnose. Das Blickverhalten war für beide Gruppen unterschiedlich, wobei die Probanden aus der AS-Gruppe weniger auf die Person im Video und mehr auf die Zitronen fokussierten als die Kontrollprobanden, was entsprechend früheren Befunden zu erwarten war (Falck-Ytter & von Hofsten, 2011).

Die Ergebnisse zeigen unterschiedliche Prädiktoren der erfassten Resonanzfähigkeit. Entscheidend für das Ausmass der Speichelflussinduktion waren in der AS-Gruppe das Alter und die Fähigkeit, sich gut in fiktive soziale Situationen wie in Büchern und Filmen hineinzuversetzen (empathische Fantasie). In der Kontrollgruppe erwiesen sich dagegen die Fähigkeit, mehr Gefühle von Wärme und Betroffenheit gegenüber anderen Menschen zu empfinden (empathische Betroffenheit), sowie der visuelle Fokus auf die Person im Video als relevant für das Ausmass der Speichelflussinduktion. Entgegen anderer Annahmen (Chevallier et al., 2012; Klin et al., 2002b; Senju, 2013) war der visuelle Fokus nicht prädiktiv

für die Speichelflussinduktion in der AS-Gruppe, auch wenn diese, wie zu erwarten war, ein atypisches Blickverhalten zeigte. Dabei ist aus den *eye-tracking*-Daten zu entnehmen, dass die Probanden aus der AS-Gruppe keine visuelle Ablenkung durch andere Reize aus dem Untersuchungsraum zeigten, da sie den Bildschirm gleich oft anschauten wie die Kontrollprobanden.

5.2 Schlussfolgerungen

5.2.1 Implikationen Studie 1

Verschiedene psychiatrische Störungsbilder sind gekennzeichnet durch Veränderungen im sozialen Kontaktverhalten und in der Verarbeitung sozialer Information (Brune, 2001; Decety & Moriguchi, 2007), z.B. Störungen aus dem Autismus-Spektrum, aber auch aus dem schizophrenen Formenkreis oder verschiedene Persönlichkeitsstörungen. Diese Veränderungen können sehr unterschiedliche Ursachen haben. Das Ausmass, in dem eine aktivierte innere Repräsentation zu einer tatsächlichen sichtbaren Reaktion führt, kann z.B. bewusst oder unbewusst auf motorischer und emotionaler Ebene gehemmt werden. So wurde bei Patienten mit Schizophrenie eine Diskrepanz aufgezeigt zwischen einer unbeeinträchtigten inneren Repräsentation – gemäss selbstberichteter emotionaler Betroffenheit – und der reduzierten sichtbaren mimischen Reaktion – in Form von Ansteckung durch Gähnen (Haker & Rössler, 2009; Haker, Schimansky, Jann, & Rössler, 2012).

Die Resonanzfähigkeit auf vegetativer Ebene zu erfassen ermöglicht es, Einsicht in einen Grundmechanismus zu gewinnen, der weniger anfällig ist für Inhibitionsmechanismen (Spence, 2011). Dem Vorbehalt, dass Speichelfluss möglicherweise auch bewusst manipulierbar ist, z.B. durch Meditation (White, 1978), wäre entgegenzuhalten, dass die Probanden erst nach Versuchsablauf über das genaue Ziel der Untersuchung informiert wurden. Auch Stress und Ablenkung können den Speichelfluss verändern, d.h. vermutlich

reduzieren (Power & Thompson, 1970), was aber für die vorliegenden Ergebnisse bedeutungslos erscheint, da die Speichelflussinduktion ggf. stärker gewesen wäre (d.h. ohne den Einfluss von Stress oder Ablenkung).

Die einfache und kostengünstige Handhabung in Bezug auf Umsetzung und Instruktion sowie die geringe Störanfälligkeit machen aus dem *salivation-test* ein geeignetes Paradigma für die Erfassung der Resonanzfähigkeit in der Forschung mit Patienten im klinischen Kontext.

5.2.2 Implikationen Studie 2

Die mit dem *salivation-test* erhobene Resonanzfähigkeit war in beiden Gruppen nachweisbar, was darauf hinweisen könnte, dass auch Menschen mit AS eine körperliche Grundlage für Empathie besitzen. Menschen mit einer typischen Entwicklung scheinen von Geburt an emotionale Regungen bei anderen automatisch aufzunehmen und nachzuahmen (Meltzoff & Moore, 1977), eine Fähigkeit, die zusammen mit der angeborenen Präferenz für soziale Reize gegenüber anderen Reizen (Farroni, Menon, & Johnson, 2006) die Beziehung zu anderen Menschen fördert. So zeigte sich auch in der Kontrollgruppe ein Zusammenhang zwischen der vegetativen Resonanzfähigkeit und dem Ausmass der selbstberichteten Empathiefähigkeit und der Wahrnehmung eines anderen Menschen. Da der visuelle Fokus auf die Person – und nicht auf die Zitronen – massgeblich war, unterscheidet sich das erfasste Phänomen von einer reinen nicht-sozialen Konditionierung auf Essen, wie Pavlov sie beschrieb (1927), nach welcher der Speichelflussreflex mit der Wahrnehmung von Essen verknüpft ist.

In der AS-Gruppe zeigte sich dagegen das Ausmass des induzierten Speichelflusses in Abhängigkeit von der intellektuellen Beschäftigung mit sozialen Inhalten und dem Alter. Eine Zunahme der Empathiefähigkeit mit dem Alter wurde bereits in zahlreichen anderen Studien diskutiert (Bastiaansen et al., 2011; Beall, Moody, McIntosh, Hepburn, & Reed, 2008; Schulte-Ruther et al., 2013; Schwenck et al., 2012; Thioux & Keysers, 2010; Williams,

Whiten, & Singh, 2004). Diese Variablen können als Mass für soziale Reife bzw. Kompensationsmechanismen interpretiert werden. Die Erfahrung mit realen sozialen Situationen wächst einerseits mit dem Alter, also mit der Anzahl an realen Situationen, mit denen ein Individuum konfrontiert wird, andererseits mit dem Ausmass der intellektuellen Beschäftigung mit sozialen Inhalten.

In beiden Gruppen war demnach eine soziale Komponente relevant, jedoch auf unterschiedlichen Ebenen: Menschen mit AS verwendeten explizite, erlernte Strategien, während sich Kontrollprobanden auf implizite, intuitive Prozesse verlassen konnten. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Menschen mit AS von einem lebenslangen kognitiven Training ihrer sozialen Fähigkeiten profitieren können. Ausserdem könnte eine gezielte Förderung des sozialen Interesses auf der kognitiven Ebene langfristig auch auf soziophysiologischer Ebene die Empathiefähigkeit beeinflussen.

6 AUSBLICK

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung der Resonanzfähigkeit als Beitrag zur Empathieforschung im Rahmen von Autismus-Spektrum-Störungen. Das hier erstmals entwickelte und angewendete Paradigma kann als brauchbarer Ansatz angesehen werden, um einen für die individuelle Empathiefähigkeit grundlegenden soziophysiologischen Prozess objektiv zu erfassen, ohne dabei die automatische Qualität dieses Prozesses zu verändern. Die Kombination verschiedener Methoden, wie z.B. hier soziophysiologische Erhebungen mit *eye-tracking*, erscheint sinnvoll, um die praktische Bedeutung quantitativer Ergebnisse zu beurteilen. Im Vergleich zu den bisher verwendeten Paradigmen der Ansteckung durch Lachen und Gähnen, bildet zudem die kontinuierliche Ausprägung der Daten den dimensional Charakter der Resonanzfähigkeit ab. Besonders im Bereich des Autismus-Spektrums ist es wichtig zu erkennen, dass der Grundmechanismus für Empathie auf körperlicher Ebene nicht einfach beeinträchtigt ist, sondern auf eine andere, atypische Weise funktioniert und gegebenenfalls gefördert werden kann.

Nach dieser ersten und eher explorativen Arbeit zur Erfassung der vegetativen Resonanzfähigkeit, bleibt es zukünftigen Untersuchungen überlassen, das hier verwendete Forschungsmodell aufzugreifen bzw. weiterzuführen, auch um die Relevanz der Ergebnisse für den klinischen Alltag zu erhellen.

7 LITERATUR

- Asperger, H. (1944). Die "Autistischen Psychopathen" im Kindesalter. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 117(1), 76-136.
- Baird, G., Simonoff, E., Pickles, A., Chandler, S., Loucas, T., Meldrum, D., et al. (2006). Prevalence of disorders of the autism spectrum in a population cohort of children in South Thames: the Special Needs and Autism Project (SNAP). *Lancet*, 368(9531), 210-215.
- Balconi, M., & Bortolotti, A. (2012). Resonance mechanism in empathic behavior BEES, BIS/BAS and psychophysiological contribution. *Physiology & Behavior*, 105(2), 298-304.
- Baron-Cohen, S. (1988). Without a theory of mind one cannot participate in a conversation. *Cognition*, 29(1), 83-84.
- Baron-Cohen, S., Jolliffe, T., Mortimore, C., & Robertson, M. (1997). Another advanced test of theory of mind: evidence from very high functioning adults with autism or asperger syndrome. *J Child Psychol Psychiatry*, 38(7), 813-822.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1986). Mechanical, behavioural and intentional understanding of picture stories in autistic children. *British Journal of Developmental Psychology*, 4(2), 113-125.
- Baron-Cohen, S., O'Riordan, M., Stone, V., Jones, R., & Plaisted, K. (1999). Recognition of faux pas by normally developing children and children with Asperger syndrome or high-functioning autism. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 29(5), 407-418.
- Baron-Cohen, S., & Wheelwright, S. (2004). The Empathy Quotient: An Investigation of Adults with Asperger Syndrome or High Functioning Autism, and Normal Sex Differences. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34(2), 163-175.

- Bastiaansen, J. A., Thioux, M., Nanetti, L., van der Gaag, C., Ketelaars, C., Minderaa, R., et al. (2011). Age-related increase in inferior frontal gyrus activity and social functioning in autism spectrum disorder. *Biol Psychiatry*, 69(9), 832-838.
- Beall, P. M., Moody, E. J., McIntosh, D. N., Hepburn, S. L., & Reed, C. L. (2008). Rapid facial reactions to emotional facial expressions in typically developing children and children with autism spectrum disorder. *J Exp Child Psychol*, 101(3), 206-223.
- Bird, G., Leighton, J., Press, C., & Heyes, C. (2007). Intact automatic imitation of human and robot actions in autism spectrum disorders. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 274(1628), 3027-3031.
- Blair, R. J. R. (2005). Responding to the emotions of others: Dissociating forms of empathy through the study of typical and psychiatric populations. *Consciousness and Cognition*, 14(4), 698-718.
- Bowler, D. M. (1992). "Theory of mind" in Asperger's syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33(5), 877-893.
- Brune, M. (2001). Social cognition and psychopathology in an evolutionary perspective. Current status and proposals for research. *Psychopathology*, 34(2), 85-94.
- Buchanan, T. W., Bagley, S. L., Stansfield, R. B., & Preston, S. D. (2011). The empathic, physiological resonance of stress. *Social Neuroscience*, 7(2), 191-201.
- Chartrand, T. L., & Bargh, J. A. (1999). The chameleon effect: the perception-behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(6), 893-910.
- Chevallier, C., Kohls, G., Troiani, V., Brodtkin, E. S., & Schultz, R. T. (2012). The social motivation theory of autism. *Trends in cognitive sciences*, 16(4), 231-239.
- De Waal, F. B. M. (2008). Putting the altruism back into altruism: the evolution of empathy. *Annu. Rev. Psychol.*, 59, 279-300.
- Decety, J. (2011). The neuroevolution of empathy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1231(1), 35-45.

- Decety, J., & Jackson, P. L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 3(2), 71-100.
- Decety, J., & Jackson, P. L. (2006). A Social-Neuroscience Perspective on Empathy. *Current Directions in Psychological Science*, 15(2), 54-58.
- Decety, J., & Lamm, C. (2006). Human empathy through the lens of social neuroscience. *Scientific WorldJournal*, 6, 1146-1163.
- Decety, J., & Meyer, M. (2008). From emotion resonance to empathic understanding: A social developmental neuroscience account. *Development and Psychopathology*, 20(Special Issue 04), 1053-1080.
- Decety, J., & Moriguchi, Y. (2007). The empathic brain and its dysfunction in psychiatric populations: implications for intervention across different clinical conditions. *Biopsychosoc Med*, 1(1), 22.
- Dziobek, I., Rogers, K., Fleck, S., Bahnemann, M., Heekeren, H., Wolf, O., et al. (2008). Dissociation of Cognitive and Emotional Empathy in Adults with Asperger Syndrome Using the Multifaceted Empathy Test (MET). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(3), 464-473.
- Eibl-Eibesfeldt, I. (1975). *Ethology: Biology of Behaviour*: Thomson Learning.
- Falck-Ytter, T., & von Hofsten, C. (2011). How special is social looking in ASD: a review. *Prog Brain Res*, 189, 209-222.
- Farroni, T., Menon, E., & Johnson, M. H. (2006). Factors influencing newborns' preference for faces with eye contact. *J Exp Child Psychol*, 95(4), 298-308.
- Fombonne, E. (2009). Epidemiology of pervasive developmental disorders. *Pediatric Research*, 65(6), 591-598.
- Freud, S. (1921). *Massenpsychologie und Ich-analyse*: Internationaler Psychoanalytischer Verlag.

- Frith, C. D., & Frith, U. (1999). Interacting minds--a biological basis. *Science*, 286(5445), 1692-1695.
- Frith, U. (1989). *Autism: Explaining the enigma*: Wiley Online Library.
- Gallese, V. (2003). The roots of empathy: the shared manifold hypothesis and the neural basis of intersubjectivity. *Psychopathology*, 36(4), 171-180.
- Gallese, V. (2007). Before and below 'theory of mind': embodied simulation and the neural correlates of social cognition. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London - Series B: Biological Sciences*, 362(1480), 659-669.
- Gillberg, C. L. (1992). The Emanuel Miller Memorial Lecture 1991. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33(5), 813-842.
- Golan, O., Baron-Cohen, S., Hill, J. J., & Rutherford, M. D. (2007). The 'Reading the Mind in the Voice' test-revised: a study of complex emotion recognition in adults with and without autism spectrum conditions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(6), 1096-1106.
- Gonzalez-Liencre, C., Shamay-Tsoory, S. G., & Brüne, M. (2013). Towards a neuroscience of empathy: Ontogeny, phylogeny, brain mechanisms, context and psychopathology. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(8), 1537-1548.
- Gowen, E. (2012). Imitation in autism: why action kinematics matter. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 6, 117.
- Haker, H., & Rössler, W. (2009). Empathy in schizophrenia: impaired resonance. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 259(6), 352-361.
- Haker, H., Schimansky, J., Jann, S., & Rössler, W. (2012). Self-reported empathic abilities in schizophrenia: a longitudinal perspective. *Psychiatry Research*, 200(2-3), 1028-1031.
- Haker, H., Schimansky, J., & Rössler, W. (2010). Soziophysiologie: Grundlegende Prozesse der Empathiefähigkeit. *Neuropsychiatrie*, 24(3), 151-160.

- Happé, F. (2011). Criteria, Categories, and Continua: Autism and Related Disorders in DSM-5. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 50(6), 540-542.
- Happé, F., & Frith, U. (1996). Theory of mind and social impairment in children with conduct disorder. *British Journal of Developmental Psychology*, 14(4), 385-398.
- Harrison, N. A., Singer, T., Rotshtein, P., Dolan, R. J., & Critchley, H. D. (2006). Pupillary contagion: central mechanisms engaged in sadness processing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 1(1), 5-17.
- Hayashi, T., & Ararej, M. (1963). Natural conditioned salivary reflex of man alone as well as in a group. *Olfaction and taste*, 1.
- Holle, H., Warne, K., Seth, A. K., Critchley, H. D., & Ward, J. (2012). Neural basis of contagious itch and why some people are more prone to it. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(48), 19816-19821.
- Howard, M. A., Cowell, P. E., Boucher, J., Broks, P., Mayes, A., Farrant, A., et al. (2000). Convergent neuroanatomical and behavioural evidence of an amygdala hypothesis of autism. *Neuroreport*, 11(13), 2931-2935.
- Jenkins, G. N., & Dawes, C. (1966). Psychic flow of saliva in man. *Archives of Oral Biology*, 11(11), 1203-1204.
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous child*, 2(3), 217-250.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., & Volkmar, F. (2003). The enactive mind, or from actions to cognition: lessons from autism. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 358(1430), 345-360.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002a). Defining and quantifying the social phenotype in autism. *The American Journal of Psychiatry*, 159(6), 895-908.

- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002b). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Archives of General Psychiatry*, 59(9), 809-816.
- Lehnhardt, F. G., Gawronski, A., Volpert, K., Schilbach, L., Tepest, R., Huff, W., et al. (2011). Autismus-Spektrum-Störungen im Erwachsenenalter: klinische und neuropsychologische Befunde spädiagnostizierter Asperger-Syndrome. *Fortschritte der Neurologie: Psychiatrie*, 79(05), 290-297.
- Levenson, R. W., & Ruef, A. M. (1992). Empathy: A physiological substrate. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63(2), 234-246.
- Lieberman, M. D. (2006). Social Cognitive Neuroscience: A Review of Core Processes. *Annual Review of Psychology*, 58(1), 18.11.
- Lipps, T. (1903). Einfühlung, innere Nachahmung und Organempfindungen. *Archiv für die gesamte Psychologie*, 1 185-204.
- Lord, C. (1995). Follow-up of two-year-olds referred for possible autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 36(8), 1365-1382.
- Lorenz, K. (1935). Der Kumpan in der Umwelt des Vogels. *Journal of Ornithology*, 83(3), 289-413.
- Mathersul, D., Palmer, D. M., Gur, R. C., Gur, R. E., Cooper, N., Gordon, E., et al. (2009). Explicit identification and implicit recognition of facial emotions: II. Core domains and relationships with general cognition. *J Clin Exp Neuropsychol*, 31(3), 278-291.
- McIntosh, D. N., Reichmann-Decker, A., Winkielman, P., & Wilbarger, J. L. (2006). When the social mirror breaks: deficits in automatic, but not voluntary, mimicry of emotional facial expressions in autism. *Dev Sci*, 9(3), 295-302.
- Meltzoff, A. N., & Decety, J. (2003). What imitation tells us about social cognition: a rapprochement between developmental psychology and cognitive neuroscience.

- Philosophical Transactions of the Royal Society of London - Series B: Biological Sciences*, 358(1431), 491-500.
- Meltzoff, A. N., & Moore, M. K. (1977). Imitation of facial and manual gestures by human neonates. *Science*, 198(4312), 74-78.
- Miles, J. H. (2011). Autism spectrum disorders--a genetics review. *Genetics in Medicine*, 13(4), 278-294.
- Minio-Paluello, I., Lombardo, M. V., Chakrabarti, B., Wheelwright, S., & Baron-Cohen, S. (2009). Response to Smith's Letter to the editor 'Emotional empathy in autism spectrum conditions: weak, intact, or heightened?'... Smith A. (2009). J Autism Dev Disord 39:1747-8. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 39(12), 1749-1754.
- Morelli, S. A., & Lieberman, M. D. (2013). The role of automaticity and attention in neural processes underlying empathy for happiness, sadness, and anxiety. *Front Hum Neurosci*, 7, 160.
- Njiokiktjien, C., Verschoor, A., de Sonnevile, L., Huyser, C., Op het Veld, V., & Toorenaar, N. (2001). Disordered recognition of facial identity and emotions in three Asperger type autists. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 10(1), 79-90.
- Norscia, I., & Palagi, E. (2011). Yawn contagion and empathy in homo sapiens. *PLoS ONE*, 6(12), e28472.
- Ozonoff, S., Pennington, B. F., & Rogers, S. J. (1991). Executive function deficits in high-functioning autistic individuals: relationship to theory of mind. *Journal of child Psychology and Psychiatry*, 32(7), 1081-1105.
- Pangborn, R. M. (1968). Parotid flow stimulated by sight feel and odor of lemon. *Perceptual and Motor Skills*, 27(3P2), 1340-1342.
- Pangborn, R. M., Witherly, S. A., & Jones, F. (1979). Parotid and whole-mouth secretion in response to viewing, handling, and sniffing food. *Perception*, 8(3), 339-346.

- Papoiu, A. D. P., Wang, H., Coghill, R. C., Chan, Y. H., & Yosipovitch, G. (2011). Contagious itch in humans: a study of visual 'transmission' of itch in atopic dermatitis and healthy subjects. *British journal of dermatology*, 164(6), 1299-1303.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*. Oxford: Oxford Univ. Press.
- Perner, J., & Wimmer, H. (1985). John thinks that Mary thinks that...: Attribution of second-order beliefs by 5-to 10-year-old children. *Journal of experimental child psychology*, 39(3), 437-471.
- Platek, S. M., Critton, S. R., Myers, T. E., & Gallup, G. G. (2003). Contagious yawning: the role of self-awareness and mental state attribution. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 17(2), 223-227.
- Power, R. P., & Thompson, W. T. (1970). Simulation of introversion and extraversion on lemon test. *British Journal of Psychology*, 61(1), 91-93.
- Press, C., Richardson, D., & Bird, G. (2010). Intact imitation of emotional facial actions in autism spectrum conditions. *Neuropsychologia*, 48(11), 3291-3297.
- Preston, S. D., Bechara, A., Damasio, H., Grabowski, T. J., Stansfield, R. B., Mehta, S., et al. (2007). The neural substrates of cognitive empathy. *Social Neuroscience*, 2(3-4), 254-275.
- Preston, S. D., & de Waal, F. B. (2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences*, 25(1), 1-20.
- Prinz, W. (1997). Perception and action planning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9 129-154.
- Provine, R. R. (1989). Faces as releasers of contagious yawning: An approach to face detection using normal human subjects. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 27(3), 211-214.

- Provine, R. R. (2005). Contagious yawning and laughing: Everyday imitation- and mirror-like behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, 28(02), 142-142.
- Rogers, K., Dziobek, I., Hassenstab, J., Wolf, O. T., & Convit, A. (2007). Who cares? Revisiting empathy in Asperger syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(4), 709-715.
- Roy, M., Dillo, W., Emrich, H. M., & Ohlmeier, M. D. (2009). Asperger's syndrome in adulthood. *Deutsches Arzteblatt International*, 106(5), 59.
- Sagi, A., & Hoffman, M. L. (1976). Empathic distress in the newborn. *Developmental Psychology*, 12(2), 175.
- Satpute, A. B., & Lieberman, M. D. (2006). Integrating automatic and controlled processes into neurocognitive models of social cognition. *Brain Res*, 1079(1), 86-97.
- Schaefer, M., Heinze, H. J., & Rotte, M. (2012). Embodied empathy for tactile events: Interindividual differences and vicarious somatosensory responses during touch observation. *Neuroimage*, 60(2), 952-957.
- Schmidt, P. (2012). *Ein Kaktus zum Valentinstag: ein Autist und die Liebe*: Ostfildern: Patmos.
- Schovanec, J. (2012). *Je suis à l'Est! Savant et autiste, un témoignage unique*: Plon.
- Schulte-Ruther, M., Greimel, E., Piefke, M., Kamp-Becker, I., Remschmidt, H., Fink, G. R., et al. (2013). Age-dependent changes in the neural substrates of empathy in autism spectrum disorder. *Soc Cogn Affect Neurosci*.
- Schwenck, C., Mergenthaler, J., Keller, K., Zech, J., Salehi, S., Taurines, R., et al. (2012). Empathy in children with autism and conduct disorder: group-specific profiles and developmental aspects. *J Child Psychol Psychiatry*, 53(6), 651-659.
- Senju, A. (2013). Atypical development of spontaneous social cognition in autism spectrum disorders. *Brain & Development*, 35(2), 96-101.

- Senju, A., Kikuchi, Y., Akechi, H., Hasegawa, T., Tojo, Y., & Osanai, H. (2009). Brief report: Does eye contact induce contagious yawning in children with autism spectrum disorder? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(11), 1598-1602.
- Senju, A., Maeda, M., Kikuchi, Y., Hasegawa, T., Tojo, Y., & Osanai, H. (2007). Absence of contagious yawning in children with autism spectrum disorder. *Biology Letters*, 3(6), 706-708.
- Sigman, M. D., Yirmiya, N., Capps, L., & Mesibov, E. S. G. B. (1995). Social and cognitive understanding in high-functioning children with autism. In *Learning and cognition in autism* (pp. 159-176). New York, NY, US: Plenum Press.
- Singer, T. (2006). The neuronal basis and ontogeny of empathy and mind reading: Review of literature and implications for future research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(6), 855-863.
- Singer, T., & Lamm, C. (2009). The social neuroscience of empathy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156(1), 81-96.
- Spence, C. (2011). Mouth-watering: the influence of environmental and cognitive factors on salivation and gustatory/flavor perception. *Journal of Texture Studies*, 42(2), 157-171.
- Stel, M. I., & Vonk, R. (2010). Mimicry in social interaction: benefits for mimickers, mimicees, and their interaction. *British Journal of Psychology*, 101(2), 311-323.
- Thioux, M., & Keysers, C. (2010). Empathy: shared circuits and their dysfunctions. *Dialogues Clin Neurosci*, 12(4), 546-552.
- White, K. D. (1978). Salivation - significance of imagery in its voluntary control. *Psychophysiology*, 15(3), 196-203.
- Williams, J. H., Whiten, A., & Singh, T. (2004). A systematic review of action imitation in autistic spectrum disorder. *J Autism Dev Disord*, 34(3), 285-299.
- Yirmiya, N., Erel, O., Shaked, M., & Solomonica-Levi, D. (1998). Meta-analyses comparing theory of mind abilities of individuals with autism, individuals with mental

retardation, and normally developing individuals. *Psychological Bulletin*, 124(3), 283-307.